ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

M. **P. Termier** est élu Vice-Président pour l'année 1930 par 44 suffrages. Il y a 1 bulletin blanc.

M. **P. Appell**, par 32 suffrages, et M. **E.-L. Bouvier**, par 36 suffrages, sont réélus membres des Commissions administratives.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Marées dynamiques d'un Océan compris entre deux parallèles. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude. Organisation des calculs.* Note de M. **Marcel Brillouin**.

9. Dans deux Notes précédentes [1] [2], j'ai commencé l'étude des marées dynamiques, sans la restriction de Laplace relative à la vitesse verticale des eaux océaniques. J'indiquerai sommairement dans la présente Note les premières étapes de la construction des formules adaptées au calcul.

10. La présence nécessaire du terme en $Y_k(\gamma\varpi)$ dans la formule principale (II)

$$\mathfrak{P}=\sum_{k=0}^{\infty} e^{ik\alpha}\int_0^{\infty} e^{i\chi\gamma z}[F_k(\gamma)\,J_k(\gamma\varpi)+G_k(\gamma)\,Y_k(\gamma\varpi)]\,d\gamma \qquad \text{(II)}$$

---

[1] et [2] Voir les références page 958.

exige quelques précautions. J'ai déjà indiqué (§ 4) la restriction qui provient de ϖ, et l'exclusion nécessaire du voisinage des pôles, pour que Y_k soit fini dans tout le domaine océanique étudié. Pour que les intégrales en γ aient un sens et soient finies, il convient de prendre

$$F_k(\gamma) = e^{-\gamma l}\mathcal{F}_k(\gamma l), \qquad G_k(\gamma) = e^{-\gamma l}\mathcal{G}_k(\gamma l)(\gamma l)^k,$$

en désignant par $\mathcal{F}_k$, $\mathcal{G}_k$ des fonctions entières (ou des polynomes) *arbitraires* du nombre positif γl; l est une longueur choisie arbitrairement (par exemple, $l = R$). Je prendrai de même, dans l'expression du gonflement ε de la mer

$$A_Q(\gamma) = e^{-\gamma l}\mathcal{A}_Q(\gamma l), \qquad B_Q(\gamma) = e^{-\gamma l}\mathcal{B}_Q(\gamma l).$$

Ce sont les fonctions $\mathcal{F}_k$, $\mathcal{G}_k$, $\mathcal{A}_Q$, $\mathcal{B}_Q$, qu'il s'agit de déterminer, de manière à satisfaire à toutes les équations : fond, surface libre, continents.

11. Je transcris ces équations (corrigées) :

FOND DES OCÉANS :

$$h = \sum_{q=0}^{\infty} e^{iq\alpha} h_q(z) \quad \text{(donnée)},$$

et la suite infinie des équations (III) ($Q = 0, 1, 2, \ldots$) formées d'un

---

(1) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1637.

ERRATA :

§ 1. Lignes 25 et 28 : *au lieu de* rV, *lire* $r^{-1}V(\ldots)$.

§ 2. Ligne 9 : » Ar, » Ar^{-1}.

» » 20 : » $A = \frac{1}{R}$, » $A = R$.

» » 21 : » $\frac{r}{R}\cos\ldots$, » $\frac{R}{r}\cos\ldots$

» Lignes 26 et 32, remplacer les signes — dans le crochet par des signes +.

§ 3, à la fin. Même correction dans l'équation qui donne η.

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 5.

ERRATA :

§ 2. Ligne 10 : *au lieu de* négatif, *lire* positif.

§ 5. Formule [5(Z)] et suivante (N), *lire*

$$Z_{k,Q-k} = e^{i\chi\gamma z}\left\{\begin{aligned} &R h_q\left[-\theta^2\gamma^2\varpi_0^2 J''_k - \gamma\varpi_0 J'_k\left(3\theta^2 + 2\omega\theta Q - i\frac{\theta^2\gamma z}{X}\right)\right. \\ &\left.\qquad - J_k\left(4\omega\theta k + \theta^2 kq - 2i\frac{\theta^2\gamma z}{\chi}\right)\right] - R\frac{\partial h_q}{\partial z}\, i\frac{\theta^2\gamma}{\chi}\varpi_0^2 \end{aligned}\right.$$

et

$$N_Q = e^{i\chi\gamma z}\left[\theta^2\gamma\varpi_0^3 J'_Q + J_Q\left(2\omega\theta Q\varpi_0^2 - i\frac{\theta^2\gamma z}{\chi}\varpi_0^2\right)\right].$$

nombre de termes qui croît avec le rang,

$$\text{(III)} \qquad \sum_{k=0}^{k=Q} \int_0^\infty [\mathcal{F}_k(\gamma l) Z_{k,Q-k} + \mathcal{G}_k(\gamma l)(\gamma l)^k \mathcal{Z}_{k,Q-k}] e^{-\gamma l} d\gamma = 0.$$

On commencera par la plus simple, qui contient des termes d'un seul rang Q.

SURFACE LIBRE DES OCÉANS :

$$\text{(IX)} \quad 0 = \int_0^\infty e^{i\chi\gamma z}[\mathcal{F}_Q N_Q + \mathcal{G}_Q.(\gamma l)^Q \mathcal{N}_Q] e^{-\gamma l} d\gamma + \frac{4\omega^2 - \theta^2}{4\pi G \rho_{aq} R} \theta^2 \int_0^\infty [\mathcal{A}_Q e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + \mathcal{B}_Q e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)] e^{-\gamma l} d\gamma$$

et

$$\text{(VIII)} \quad \mathcal{Q}_Q^e(z, \varpi_0) = \int_0^\infty e^{i\chi\gamma z}[\mathcal{F}_Q J_Q(\gamma\varpi_0) + \mathcal{G}_Q.(\gamma l)^Q Y_Q(\gamma\varpi_0)] e^{-\gamma l} d\gamma - \int_0^\infty [e^{\gamma z}\mathcal{A}_Q + e^{-\gamma z}\mathcal{B}_Q] J_Q(\gamma\varpi_0) e^{-\gamma l} d\gamma + \frac{g}{4\pi G \rho_{aq} R} \int_0^\infty [\mathcal{A}_Q e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + \mathcal{B}_Q e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)] e^{-\gamma l} d\gamma.$$

Le potentiel perturbateur donné est

$$\mathcal{Q}^e = \sum_Q \mathcal{Q}_Q^e(z, \varpi) e^{iQ\alpha};$$

il ne contient en réalité que le terme $Q = 2$. Pour $Q = 0, 1, 3, 4, \ldots$ le premier membre de l'équation (VIII) est nul.

CALOTTES POLAIRES ET CONTINENTS :

$$\text{(VII)} \qquad 0 = \int_0^\infty [\mathcal{A}_Q e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + \mathcal{B}_Q e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)] e^{-\gamma l} d\gamma$$

avec

$$\text{(VI)}' \qquad M_Q(\gamma, z) = (1 + 2\gamma z) J_Q(\gamma\varpi_0) + 2\gamma\varpi_0 J'_Q(\gamma\varpi_0).$$

Toutes ces équations se rapportent à la surface de référence R ($\varpi_0^2 = R^2 - z^2$).

12. Les fonctions $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ déterminent complètement le potentiel total $\mathcal{Q}$ (éq. II) dans tout l'intérieur de l'Océan, et par conséquent la pression p et les *trois* composantes u, v, w de la vitesse.

Les fonctions $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, déterminent le gonflement ε au-dessus de la surface de référence R (nul sur les continents).

Le long des rivages, définis par $h=0$ avec h positif du côté de l'Océan, le gonflement n'est pas nécessairement nul; sa valeur positive ou négative détermine l'invasion ou le retrait de la mer par une équation, facile à écrire, qui n'intervient pas dans la recherche des fonctions essentielles $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$.

13. Une des équations (III) se rapporte au domaine continental D_1, les autres au domaine océanique D_2. Je vais me débarrasser séparément de ce qui concerne le domaine D_1 par une méthode déjà indiquée en 1928 (*Comptes rendus*, 186, p. 1665).

Pour cela, je pose

$$\text{(X)} \qquad \mathcal{A}_Q(\gamma l) + \sum_{S=0}^{\infty} \alpha_Q^S a_Q^S(\gamma l)$$

et je prends pour déterminer les fonctions $a_Q^S(\gamma l)$ l'équation

$$\text{(XI)} \qquad \int_0^{\infty} a_Q^S(\gamma l) e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) e^{-\gamma l} d\gamma = \begin{cases} 0 & (D_1), \\ \Phi_Q^S(z) & (D_2), \end{cases}$$

en choisissant pour les Φ_Q^S une suite, fermée sur la sphère entière, de fonctions connues, par exemple les fonctions tessérales T_S^Q $(S=Q, Q+1, \ldots)$ de $\frac{z}{R}$.

Ces équations (XI) déterminent entièrement les $a_Q^S(\gamma l)$.

Toute fonction formée avec les $\mathcal{A}_Q$, équation (X), où les coefficients α_Q^S sont encore arbitraires, satisfait identiquement aux conditions continentales (III).

Je détermine de même les $\mathcal{B}_Q$ par une somme $\beta_Q^S b_Q^S(\gamma l)$.

Portant ces développements de $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$ dans les équations du domaine océanique D_2, les inconnues sont maintenant les fonctions $\mathcal{F}(\gamma l)$, $\mathcal{G}(\gamma l)$ et les coefficients α_Q^S, β_Q^S.

Je montrerai dans une prochaine Note comment on peut construire méthodiquement toutes ces fonctions, de manière à satisfaire aux équations intégrales (III), (VIII), (IX), qui ne concernent plus que le domaine océanique D_2.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La corrosion des aciers cémentés ou nitrurés.* Note de MM. **Léon Guillet** et **Marcel Ballay.**

Dans cette étude, nous nous sommes proposé de comparer la résistance à la corrosion d'aciers recuits ou durcis superficiellement par eémentation et trempe ou par nitruration, c'est-à-dire par chauffage à 500° dans un courant de gaz ammoniac. Nos essais ont porté sur six aciers différents dont les compositions et les traitements sont donnés dans le tableau ci-après; les deux premiers sont des aciers au chrome et à l'aluminium acquérant une grande dureté superficielle par nitruration; les quatre autres sont des aciers de cémentation pouvant être durcis superficiellement par cémentation et trempe mais que nous avons étudiés également après nitruration.

Marques des échantillons.	Composition chimique.							Dureté Brinell, bille de 5^{mm}, pression 500^{kg} (sous couche).
	C.	Si.	Mn.	Ni.	Cr.	Mo.	Al.	
1 A	0,27	0,37	0,59	–	1,65	0,26	1,02	233
1 C	»	»	»	–	»	»	»	223
2 B	0,24	0,53	0,60	1,62	1,98	0,34	1,30	241
2 D	»	»	»	»	»	»	»	301
3 E	0,07	0,105	0,18	–	–	–	–	135
F	»	»	»	–	–	–	–	180
G	»	»	»	–	–	–	–	128
4 H	0,065	0,13	0,335	2,08	0,10	–	–	134
I	»	»	»	»	»	–	–	194
J	»	»	»	»	»	–	–	137
5 K	0,09	0,15	0,30	3,17	0,55	–	–	188
L	»	»	»	»	»	–	–	383
M	»	»	»	»	»	–	–	175
6 N	0,09	0,13	0,42	4,08	0,91	0,32	–	247
O	»	»	»	»	»	»	–	371
P	»	»	»	»	»	»	–	277

Traitement. — 1 A. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°. — 1 C. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°, puis nitruré.

2 B. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°. — 2 D. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°, puis nitruré.

3 E. Recuit à 750°-800°. — F. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'eau à 850°. — G. Nitruré durant 80 heures à 500°.

4 H. Recuit à 750°-800°. — I. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'eau à 850°. — J. Nitruré durant 80 heures à 500°.

5 K Recuit à 750°-800°. — L. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'huile à 875°. — M. Nitruré durant 80 heures à 500°.

6 N. Recuit à 750°-800°. — O. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'huile à 875°. — P. Nitruré durant 80 heures à 500°.

Des cylindres de 14^{mm} de diamètre et 75^{mm} de longueur, soigneusement nettoyés à la toile émeri avant l'essai, ont été soumis à l'action des réactifs ci-après : solution d'acide sulfurique à 5 pour 100 en volume, solution d'acide chlorhydrique de $d = 1,18$ à 5 pour 100 en volume, eau de mer naturelle, eau de mer naturelle additionnée de 5 pour 100 d'eau oxygénée à 12 volumes, eau de Seine, brouillard d'eau salée à 28 pour 100 de NaCl, solution de NaOH à 7 pour 100, solution de SO^4Cu à 7 pour 100.

Les résultats obtenus, dont quelques-uns sont rassemblés dans le tableau ci-dessous, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les aciers nitrurés sont nettement plus corrodables par les solutions d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique que les aciers n'ayant pas subi le traitement de nitruration. Il y a cependant exception pour l'acier n° 6 contenant 4,08 ponr 100 de nickel et 0,91 pour 100 de chrome, beaucoup moins attaquable par les solutions d'acide sulfurique après nitruration qu'à l'état recuit. Les aciers cémentés et trempés se corrodent sensiblement autant que les aciers au chrome-aluminium nitrurés.

Dans l'eau de mer additionnée d'eau oxygénée ou dans le brouillard salin, c'est-à-dire soumis à l'action du chlorure de sodium en milieu oxydant, les aciers nitrurés se corrodent moins que les aciers recuits ou les aciers cémentés et trempés. L'amélioration apportée par la nitruration est très marquée pour les aciers au chrome et à l'aluminium. Dans l'eau de mer en l'absence d'oxydant, les résultats ont été irréguliers.

		Perte de poids totale en grammes.					
Marques des échantillons.	Traitement.	SO^4H^2 5 % 24 heures.	HCl 5 % 9 jours.	Eau de mer + 5 % sol. de H^2O^2 46 jours.	Brouillard salin (NaCl 20 %) 18 jours.	SO^4Cu 10 % 43 heures.	Eau de Seine 60 jours.
1 A.	Trempé et revenu.........	0,684	0,249	0,355	0,171	9,288	0,201
1 C.	Trempé, revenu, nitruré...	3,070	4,497	0,159	0,0780	0,2435	0,052
2 B.	Trempé et revenu.........	1,663	0,1277	0,3754	0,147	8,376	0,144
2 D.	Trempé, revenu, nitruré...	2,814	3,5915	0,2695	0,0865	0,340	0,035
3 E.	Recuit..................	0,0725	0,2175	0,4115	0,1885	9,8485	0,360
F.	Cémenté et trempé........	1,939	2,368	0,4095	0,207	10,7295	0,343
G.	Nitruré.................	2,854	7,420	0,2850	0,144	0,056	0,178
4 H.	Recuit..................	0,2625	1,0285	0,4165	0,186	10,601	0,321
I.	Cémenté et trempé........	//	//	0,378	0,216	10,308	0,316
J.	Nitruré.................	0,540	1,2345	0,380	0,103	0,0808	0,0075
5 K.	Recuit..................	0,2645	0,390	0,4295	0,186	10,730	0,321
L.	Cémenté et trempé........	1,311	0,821	0,398	0,203	11,207	0,272
M.	Nitruré.................	0,940	0,600	0,304	0,1375	0,525	0,307
6 N.	Recuit..................	1,2355	0,2215	0,4395	0,180	10,997	0,256
O.	Cémenté et trempé........	4,885	2,1295	0,3680	0,178	11,1305	0,250
P.	Nitruré.................	0,541	0,3615	0,306	0,1175	1,516	0,017

Dans l'eau de Seine, à part une exception, les échantillons nitrurés sont de beaucoup les moins corrodés; les aciers au chrome et à l'aluminium, l'acier à 2 pour 100 de nickel et l'acier à 4,08 pour 100 de nickel et 0,90 pour 100 de chrome sont peu attaqués.

Les résultats les plus remarquables ont été obtenus dans la solution de sulfate de cuivre. Hengstenberg [1] a déjà signalé que les aciers au chrome-aluminium spécialement utilisés pour la nitruration étaient très peu attaqués par les solutions de sulfate de cuivre après nitruration alors qu'ils se dissolvaient facilement lorsqu'ils n'étaient pas nitrurés. Nos expériences montrent que le fait n'est pas particulier aux aciers durcissant fortement par nitruration mais se produit également avec les aciers de cémentation au carbone, au nickel et au nickel-chrome.

M. **H. Douvillé** fait hommage à l'Académie de la Notice nécrologique qu'il a consacrée à *Jacques de Morgan*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre non résidant en remplacement de M. *Ch. Depéret* décédé.

Le nombre de votants étant 50,

M. Charles Nicolle	obtient...........	26	suffrages
M. Camille Sauvageau	»	14	»
M. Charles Camichel	»	7	»
M. Magnus de Sparre	»	3	»

M. **Charles Nicolle**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

---

(1) *Kruppsche Monatshefte*, 9, juillet 1928, p. 93.

PLIS CACHETÉS.

M. **Louis-Jules Martin** demande l'ouverture de deux plis cachetés, l'un reçu dans la séance du 5 octobre 1925 et inscrit sous le n° 9583, le second reçu dans la séance du 12 octobre 1925 et inscrit sous le n° 9585.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent, le premier une Note intitulée *Signalisation en général*, le second une Note intitulée *Grand tunnel sous Paris*.

(Renvoi aux sections de Mécanique et de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Le Opere di* Alessandro Volta. Edizione nazionale. Volume settimo.
2° Jac. Berzelius. *Levnadsteckning* av H. G. Söderbaum.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les surfaces projectivement déformables qui admettent un groupe de* ∞^1 *transformations projectives en elles-mêmes*. Note [1] de M. **O. Borůvka**.

1. On peut se proposer la question de la recherche des surfaces non réglées qui admettent un groupe de ∞^1 déformations projectives en elles-mêmes et sont en même temps projectivement déformables sur d'autres surfaces. Cette question ne paraît pas difficile à résoudre dans le cas où les déformations projectives de la surface en elle-même sont des déformations projectives proprement dites; en effet, comme on connaît explicitement les invariants projectifs de toutes les surfaces qui admettent ∞^1 déformations

[1] Séance du 25 novembre 1929.

projectives (proprement dites) en elles-mêmes, on n'a qu'à exprimer, dans chaque cas, la condition de déformabilité. Le cas où les déformations projectives de la surface en elle-même se réduisent aux transformations projectives mérite une considération particulière. Je me suis occupé de cette question et je me permets de la traiter dans cette Note. J'y utilise les notations du Mémoire de M. Cartan (*Annales de l'École Normale*, 1920).

2. Soit (S) une surface non réglée admettant un groupe de ∞^1 transformations projectives en elle-même. Il résulte de la théorie générale de M. Cartan que : 1° on peut choisir sur (S) les variables indépendantes x, y de manière que, avec le choix du repère mobile considéré dans le Mémoire cité, les formes ω_1, ω_2 aient la forme

$$\omega_1 = \frac{dx}{F(x+y)}, \qquad \omega_2 = \frac{dy}{\Phi(x+y)},$$

les fonctions F, Φ ne dépendant que de $x+y$; 2° avec ces variables, les invariants fondamentaux α, β, α_1, α_2, λ, ρ ne dépendent que de $x+y$. Supposons (S) projectivement déformable. Il existe alors deux fonctions u, v non toutes nulles telles que $\sqrt{u}\,\omega_1$, $\sqrt{v}\,\omega_2$ et même si $uv \neq 0$, $\sqrt{\frac{v}{u}}\,\omega_1 + \sqrt{\frac{u}{v}}\,\omega_2$ sont des différentielles exactes et il est facile de voir que le rapport de u, v ne dépend que de $x+y$. $\sqrt{u}\,\omega_1$ et $\sqrt{v}\,\omega_2$ étant des différentielles exactes, on a $\sqrt{u} = \sqrt{X}F$, $\sqrt{v} = \sqrt{Y}\Phi$, X et Y étant des fonctions de x et y respectivement et de plus, comme le rapport de u à v ne dépend que de $x+y$, deux cas seulement sont possibles :

1° $\sqrt{X} = ae^{mx}$, $\sqrt{Y} = be^{-my}$ (a, b, m constantes, $ab \neq 0$);

2° Une (et une seule) des fonctions X, Y s'annule identiquement.

Pour la commodité du raisonnement suivant, il paraît utile d'introduire les deux quantités $\bar\beta = \frac{\Phi}{F^2}$, $\bar\gamma = \frac{F}{\Phi^2}$.

Premier cas. — Dans ce cas là, $\sqrt{\frac{v}{u}}\,\omega_1 + \sqrt{\frac{u}{v}}\,\omega_2$ étant une différentielle exacte, $\bar\beta$ et $\bar\gamma$ sont de la forme $\bar\beta = \frac{a}{b}e^{m(x+y)}(H-c)$; $\bar\gamma = \frac{b}{a}e^{-m(x+y)}(H+c)$, H étant fonction de $x+y$ et c une constante. Les invariants α, β, α_1, α_2 étant déterminés par $\bar\beta$, $\bar\gamma$, les conditions d'intégrabilité du système d'équations différentielles qui définit les surfaces correspondantes, déterminent les deux autres invariants λ et ρ, chacun à une constante arbitraire près, et donnent encore précisément une relation pour la fonction H.

Si $m \neq 0$, il est commode d'introduire une fonction $\bar H$ par l'équation

$\overline{H}' = H^2$. Ensuite la relation en question est une relation différentielle du quatrième ordre pour la fonction $\overline{H}$. *Les surfaces correspondantes existent et dépendent de constantes arbitraires.*

Si $m = 0$, deux cas sont à distinguer : $a^2 \neq b^2$ ou bien $a^2 = b^2$.

a. Si l'on a $a^2 \neq b^2$, la relation qui détermine la fonction H est de la forme $H'^2 = H^4 + pH^2 + qH + r$, p, q, r étant des constantes arbitraires; donc *les surfaces en question existent et dépendent encore de constantes arbitraires.*

b. Si l'on a $a^2 = b^2$, la relation pour la fonction H est vérifiée identiquement, au moins si les deux constantes arbitraires que font intervenir les invariants λ, ρ sont égales (si elles sont distinctes on a $H' = 0$). Alors *les surfaces correspondantes dépendent d'une fonction arbitraire d'un argument. Si* $c = 0$, *on a soit les surfaces générales de révolution, soit les surfaces* $Z = Y^2 + F(X)$. *Si* $c \neq 0$, *on a les surfaces*

$$Z = \log Y + F(X); \qquad Z = Y^\alpha F\left(\frac{X}{Z}\right); \qquad Z = e^Y F\left(\frac{X}{Z}\right),$$

X, Y, Z étant des coordonnées cartésiennes, $\alpha\,(\neq 0)$ une constante arbitraire.

Deuxième cas. — Dans ce cas-là, les surfaces correspondantes sont R_0. Si par exemple $Y = 0$, on peut supposer $\overline{\gamma} = 1$. Les conditions d'intégrabilité correspondantes déterminent les invariants fondamentaux des surfaces considérées et donnent encore précisément une relation pour la fonction $\overline{\beta}$, cette relation étant de la forme $\overline{\beta}^{2\prime} = 2\overline{\beta}^3 + p\overline{\beta}^2 + q\overline{\beta} + r$, p, q, r étant des constantes. *Les surfaces correspondantes dépendent des constantes arbitraires.*

3. Toutes les surfaces considérées au n° 2 (*b*) font partie d'une famille plus étendue de surfaces, déterminée par M. Cartan [1] jouissant de la propriété que la deuxième surface focale de la congruence de tangentes à l'une des familles du réseau conjugué de déformation projective se réduit à une courbe (nécessairement une droite). Quant aux surfaces de révolution, elles jouissent, au point de vue projectif, encore d'une autre propriété intéressante : Sur chaque surface de révolution le réseau conjugué de déformation projective est formé par les lignes de Darboux-Segré, et inversement chaque surface sur laquelle le réseau conjugué est formé par les lignes de Darboux-Segré est soit une surface de révolution, soit une surface projectivement applicable sur une surface de révolution [2].

---

[1] Dans son cours à la Sorbonne en 1927-1928.

[2] Voir à ce sujet mon article *Sur les surfaces dont le réseau conjugué de déformation projective est formé par les lignes de Segré-Darboux* (*Bull. Sc. math.*, 53, 1929, p. 307).

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur un critère de stabilité.* Note de M. **Fatou**, présentée par M. Goursat [1].

On sait que l'équation différentielle linéaire

$$x'' + \mathrm{A}(t)\,x = 0, \tag{1}$$

où $\mathrm{A}(t)$ désigne une fonction positive et bornée :

$$a^2 \leqq \mathrm{A}(t) \leqq b^2, \tag{2}$$

a toutes ses intégrales oscillantes, l'intervalle de deux racines consécutives étant toujours comprise entre $\frac{\pi}{a}$ et $\frac{\pi}{b}$. Dans tous les exemples connus, ces solutions sont stables, ce qui revient à dire que la quantité $x^2 + x'^2$ n'admet que des limites d'indétermination finies et positives quand le temps t tend vers $\pm\infty$. C'est là un fait général dont nous allons indiquer rapidement la démonstration. Pour cela nous décomposerons x en un produit de deux facteurs :

$$x = \rho\cos\varphi, \tag{3}$$

mettant ainsi en évidence l'amplitude et la phase des oscillations. Cette décomposition qui peut se faire d'une infinité de manières n'a de signification intéressante que si ρ garde un signe constant, ne devenant jamais nulle, infinie ou indéterminée quand t varie de $-\infty$ à $+\infty$, et si φ croît constamment, en moyenne proportionnellement au temps ; il faut en outre que ρ et φ vérifient des équations différentielles aussi simples que possible. Il est aisé de vérifier que si l'on prend pour ρ une intégrale particulière quelconque de l'équation

$$\rho'' = \frac{c^2}{\rho^3} - \mathrm{A}(t)\,\rho, \tag{4}$$

et si l'on pose

$$\varphi = \int_{t_0}^{t} \frac{c\,dt}{\rho^2} \qquad (c \text{ constante} > 0), \tag{5}$$

l'intégrale générale de (1) sera, en appelant C et φ_0 des constantes arbitraires :

$$x = \mathrm{C}\rho\cos(\varphi_0 + \varphi)$$

---

[1] Note posthume trouvée dans les papiers de M. Fatou.

On démontre que ρ satisfait aux conditions requises; c'est une fonction positive (par exemple), et finie dans l'intervalle $(-\infty, +\infty)$.

Si ρ est monotone pour $t > t_0$, ses limites d'indétermination sont finies et positives et l'on satisfait ainsi à toutes les conditions du problème.

Supposons que ρ admette une infinité de maxima et de minima. Dans l'intervalle compris entre deux valeurs stationnaires consécutives on obtient en appliquant à (4) le théorème des forces vives

$$(6) \qquad \rho'^2 + \left(\Theta - \frac{c^2}{\rho^2\rho_1^2}\right)(\rho_1^2 - \rho^2) = 0,$$

ρ_1 étant le maximum de ρ, Θ une valeur moyenne de $A(t)$ dans l'intervalle (t_1, t). On déduit de là que si ρ_2 est le minimum de ρ correspondant à l'autre extrémité t_2 du premier intervalle on a

$$\frac{c}{b} < \rho_1\rho_2 < \frac{c}{a},$$

de sorte que ρ_1 est infiniment grand si ρ_2 est infiniment petit et réciproquement. Supposons qu'il en soit ainsi et soit r une valeur positive constante comprise entre ρ_1 et ρ_2, ou même infiniment petite avec $\frac{1}{\rho_1}$ mais au moins égale par exemple à $\frac{1}{\sqrt{\rho_1}}\cdot$ Des calculs d'approximation faciles montrent que si ρ_1 est très grand, l'intervalle de temps $\tau - t_1$, dans lequel ρ varie de ρ_1 à r, est inférieur à

$$\frac{\pi}{2a},$$

tandis que la variation de φ dans le même intervalle est supérieure à

$$\frac{k}{r}$$

en prenant par exemple $k = \frac{c}{2b}\cdot$ En prenant $r = \frac{1}{\sqrt{\rho_1}}$ on voit que, cette dernière variation devenant très grande, il y aurait un nombre croissant de zéros de φ ou de x dans un intervalle de longueur bornée, contrairement au principe rappelé au début de cette Note. On conclut de là que si ρ est une fonction oscillante, ses limites d'indétermination sont finies et positives et que dans tous les cas les fonctions ρ et φ satisfont aux conditions voulues; l'équation (1) n'admettant donc que des solutions stables et jamais asymptotiques à zéro, pourvu que les conditions (2) soient vérifiées.

Il s'ensuit, en particulier, que l'équation de Gylden

$$x'' + x(q^2 + q_1 \cos 2t) = 0$$

a ses exposants caractéristiques purement imaginaires (ou égaux à ± 1) lorsqu'on a

$$|q_1| < q^2.$$

Comme autre application supposons que l'un des paramètres $x, y, z, \ldots$ définissant un système en mouvement vérifie l'équation

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + x\mathrm{H}(x, y, z, \ldots) = 0$$

et qu'en vertu des intégrales premières on sache qu'au cours du mouvement la fonction H reste comprise entre a^2 et b^2; il en résulte que $x^2 + \left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ ne tendra jamais vers zéro. En se reportant à ma Note antérieure, on voit que, si dans l'étude du mouvement d'un satellite on ne conserve comme force perturbatrice que celle provenant de l'aplatissement, l'inclinaison de l'orbite osculatrice ne tendra jamais vers zéro, si le satellite ne se déplace pas constamment dans le plan de l'équateur.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'application d'une formule généralisant l'intégrale de Cauchy à une question d'hydrodynamique*. Note de M. **Nicolas Théodoresco**, présentée par M. L. Lecornu.

I. Le Mémoire de A. Korn *Sur l'équilibre des plaques élastiques* (¹) traite aussi l'intégration des équations du mouvement stationnaire d'un liquide doué de frottement.

Je me propose de reprendre la question par une voie que j'ai déjà suivie pour l'intégration des équations de l'élasticité plane (²).

Le problème consiste en l'intégration du système

$$(1) \qquad \begin{cases} k\,\Delta u = \dfrac{\partial p}{\partial x} - \mathrm{X}, \\ k\,\Delta v = \dfrac{\partial p}{\partial y} - \mathrm{Y}, \\ \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} = 0, \end{cases}$$

(¹) *Annales de l'École Normale*, 3ᵉ série, 25, 1908, p. 529.
(²) Voir *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 565.

à l'intérieur d'un domaine simplement connexe σ avec les données sur le contour $u = u_0$, $v = v_0$. La méthode que j'emploie exige la connaissance de p sur le contour, au lieu d'une quelconque des vitesses u, v.

Les fonctions X, Y sont données et continues dans le domaine σ, p_0, v_0 par exemple, continues sur σ.

II. Introduisons la fonction

$$q = k\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right).$$

En écrivant

$$\Delta u = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{q}{k}\right),$$
$$\Delta v = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{q}{k}\right),$$

le système nous conduit à

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial p}{\partial x} - \dfrac{\partial q}{\partial y} = X, \\ \dfrac{\partial p}{\partial y} + \dfrac{\partial q}{\partial x} = Y; \end{cases}$$

$$(3) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial v}{\partial x} - \dfrac{\partial u}{\partial y} = -\dfrac{q}{k}, \\ \dfrac{\partial v}{\partial y} + \dfrac{\partial u}{\partial x} = 0. \end{cases}$$

Or le premier montre que la fonction $f = p + iq$ de variable complexe $z = x + iy$ a pour dérivée aréolaire la fonction $\frac{1}{2}(X + iY)$. En appliquant alors la formule de M. D. Pompeiu [1] (utilisée déjà dans la Note précitée), on trouve :

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_\sigma \frac{f(u)}{u - z}\,du - \frac{1}{2\pi}\int_\omega \frac{X + iY}{v - z}\,d\omega.$$

u désignant un point du contour σ, v un point à l'intérieur du domaine, qui le décrit entièrement.

Si l'on connait sur σ les valeurs de $p + iq$, ou même de p, comme dans le cas d'une fonction holomorphe, alors $f(z)$ est déterminée (à une constante près) dans tout le domaine ω; donc il en sera de même avec p et q.

Maintenant on peut passer au système (3), qui est de la même forme

---

(1) Donnée pour la première fois dans un Mémoire publié dans les *Rendiconti del Circolo Mat. di Palermo*, 33, 1912, p. 108, 112. Voir aussi *ibid.*, 35, 1913, p. 277.

que (2) et qui détermine la fonction $\varphi = v + iu$, dont la dérivée aréolaire est $-\frac{q}{2k}\cdot$ Explicitement :

$$\varphi(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_\sigma \frac{\varphi(u)}{u-z}\,du + \frac{1}{2\pi}\int\int_\omega \frac{\frac{q}{k}}{\zeta - z}\,d\omega.$$

La connaissance des valeurs de φ sur σ, ce qui revient comme dans le cas précédent, à donner u_0 ou v_0 seulement, est suffisante pour la détermination (à une constante près) de cette fonction dans le domaine ω.

On trouve ainsi u, v, p. Le problème admet donc une solution, en supposant, comme il est facile de le voir, $k \not\equiv 0$.

Est-elle unique ?

III Pour établir cette proposition, on fait appel au cas où $X \equiv 0$, $Y \equiv 0$ en ω, et $p_0 = 0$, $V_0 = 0$, par exemple, sur σ.

En cette situation, le système (2) montre que la fonction $f = p + iq$ est holomorphe, et comme $p = 0$ sur le contour, $f \equiv 0$. Donc $p \equiv 0$, $q \equiv 0$.

En passant au système (3), on voit aussi que la fonction $\varphi = v + iu$ est holomorphe.

Mais, comme $v = 0$ sur le contour, il en résulte que $\varphi \equiv 0$ dans tout le domaine ω, ce qui montre enfin que $u \equiv 0$, $v \equiv 0$.

Ce problème préliminaire assure l'unicité dans le cas général.

Supposons en effet l'existence d'une autre solution u_1, v_1, p_1. Les fonctions

$$P = p - p_1, \qquad U = u - u_1, \qquad V = v - v_1$$

satisfont à un système de la forme

$$K\,\Delta U = \frac{\partial P}{\partial x}, \qquad K\,\Delta V = \frac{\partial P}{\partial y}, \qquad \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$

avec les données sur σ :

$$V_0 = 0, \qquad P_0 = 0.$$

Mais cela montre que $P \equiv 0$, $U \equiv 0$, $V \equiv 0$ et donc que le système (1) admet un seul système de solutions, satisfaisant aux conditions posées sur le contour σ.

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'existence de deux familles de tourbillons à l'arrière des solides immergés.* Note (1) de M. **Jean Courrégelongue**, présentée par M. M. Brillouin.

M. Bénard a établi l'existence d'un système de tourbillons alternés dans le sillage des solides immergés. D'autre part l'observation courante montre l'existence à l'arrière des gros obstacles, de deux chaînes de tourbillons bordant le sillage et que j'appellerai *tourbillons adjoints*.

Or j'ai constaté que *ces deux familles de tourbillons coexistent constamment entre certaines limites du nombre de Reynolds*. Je vais décrire l'aspect du sillage entre ces deux limites quand on a : 1° des obstacles de diamètre différent et une même vitesse du fluide ; 2° le même obstacle dans des courants plus ou moins rapides.

J'opérais sur une rivière à fond de sable, la Leyre (Gironde). Les obstacles (cylindres 0,1 à 10cm de diamètre) étaient plantés perpendiculairement dans le fond de la rivière. Les rayons solaires réfractés à travers la surface de l'eau donnaient sur le fond une pseudo-image du sillage que je photographiais.

1° Sur les clichés obtenus avec un courant de vitesse constante (25 cm/s) et des obstacles de diamètre de plus en plus faible on observe les phénomènes suivants. Derrière les gros obstacles on voit deux chaînes de *tourbillons adjoints* qui se détachent des côtés du cylindre et embrassent le sillage d'eau morte. A quelques centimètres de l'obstacle, l'une des chaînes s'infléchit vers l'intérieur du sillage, ses tourbillons adjoints remontent vers l'obstacle en longeant la chaîne opposée. La chaîne imprime à tout le sillage un mouvement de giration de même sens que celui de ses tourbillons adjoints. *Ainsi se constitue un tourbillon alterné, mais sans cuvette caractéristique*, le sillage étant trop étendu (*fig.* 1). Ce tourbillon alterné s'éloigne du cylindre. La seconde chaîne s'enroule à son tour en sens contraire de la première, elle projette ses tourbillons adjoints contre ceux du tourbillon alterné précédent et provoque ainsi, derrière lui, la formation d'une queue qui oscille (*fig.* 2). Les phénomènes décrits se reproduisent périodiquement. La fréquence de ces tourbillons alternés est voisine de 0,5 s^{-1} pour un obstacle de 10cm de diamètre. La fréquence des tourbillons adjoints est

---

(1) Séance du 25 novembre 1929.

beaucoup plus élevée ($15\ s^{-1}$ environ). Quand le diamètre du cylindre diminue, la fréquence des tourbillons alternés augmente et se rapproche de la fréquence des tourbillons adjoints qui ne diminue que lentement. En même temps, la zone d'eau morte se réduit, si bien que les tourbillons alternés présentent bientôt le cône caractéristique décrit par Bénard. C'est

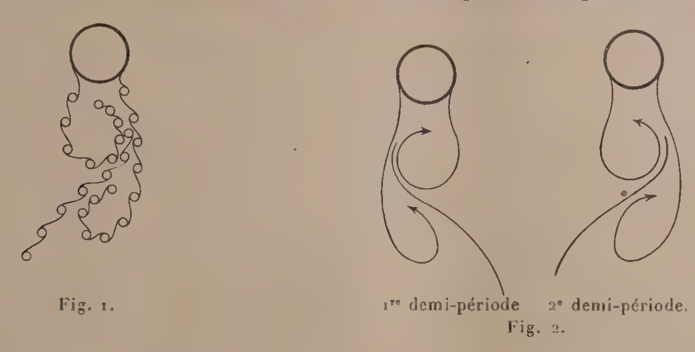


Fig. 1.

Fig. 2.

le cas pour les cylindres de 2 à 1^{cm}. Avec des obstacles de l'ordre du centimètre, l'aspect du sillage est tourmenté : les versants des tourbillons alternés sont creusés de cônes plus petits dus aux tourbillons adjoints.

L'obstacle de $0^{cm},95$ présente deux petits cônes dans la cuvette du tourbillon alterné et deux autres snr le versant extérieur : la fréquence des tourbillons adjoints n'est plus que le double de celle des tourbillons alternés. Les fréquences se rapprochent encore pour des obstacles de plus faible diamètre, pour un diamètre de $0^{cm},5$ ($R = 1250$) les deux phénomènes se confondent pour donner l'une des formes signalées par Bénard : double rangée de « raquettes ». Enfin on a les tourbillons alternés circulaires avec des obstacles de diamètre inférieur à $0^{cm},18$. Dans ces deux dernières formes *les fréquences des deux familles sont devenues égales ;* on a une forme unique : la « rue de Bénard », seule forme nettement décrite jusque-là, *et qui n'existe que pour les valeurs de* R *inférieures à* 1250, comme je le constate.

2° Quand, pour un obstacle donné, on diminue la vitesse du courant, l'aspect du sillage se modifie et tend vers la forme de Bénard proprement dite. Observons le cylindre de 4^{cm} de diamètre. La vitesse diminuant, la fréquence des tourbillons alternés diminue. Celle des tourbillons adjoints reste d'abord sensiblement constante, puis diminue à son tour. Le sillage se réduit, ce qui permet la formation des cuvettes des tourbillons alternés. Ceux-ci paraissent scintiller. Les tourbillons adjoints naissent des bords du cylindre, puis brusquement un tourbillon alterné de même sens les absorbe.

On a une impression semblable à celle que donnent les rampes d'éclairage, où les lampes s'allument une à une, puis s'éteignent simultanément. Le scintillement est particulièrement remarquable quand le rapport des fréquences devient un nombre simple. Enfin pour une vitesse voisine de 3 cm/s, nous n'avons plus que la forme classique des tourbillons de Bénard. Or, pour cette vitesse, $R = 3 \times 4 \times 10^2 = 1200$.

Ainsi, *en faisant décroître séparément les variables* D *et* V *nous trouvons toujours la même limite inférieure* $R_i \neq 1250$ *pour l'existence des tourbillons adjoints.*

En outre, cette valeur limite correspond au maximum de la courbe (R, S) de Relf ([1]); *la partie ascendante de la courbe correspond aux formes de sillage de Bénard; la partie horizontale correspond aux formes que je viens de décrire, c'est-à-dire avec tourbillons adjoints.*

3° Que pouvons-nous prévoir des phénomènes qui se passeraient si nous faisions croître V ou D au delà des limites où nous avons expérimenté? La forme de la courbe de Relf montre que la fréquence des tourbillons alternés va continuer à croître avec la vitesse. J'ai constaté d'autre part que *si la fréquence des tourbillons adjoints*, qui est supérieure à l'autre, *varie près du premier point de coïncidence des fréquences, elle tend rapidement vers une limite.* Il y a donc lieu de penser que les fréquences redeviendront égales pour une valeur de la vitesse qui sera d'autant plus grande que le diamètre de l'obstacle sera plus grand, car sur la partie rectiligne de la courbe (R, S) on a $\frac{ND}{V} = \text{const.}$

A partir de ce nouveau point remarquable de la courbe (R, S) *les deux familles de tourbillons, ayant même fréquence, seront de nouveau confondues.* Ce deuxième point doit marquer le début de la troisième branche de la courbe de Relf. Je me propose de vérifier cette supposition.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une formule générale pour le calcul de la poussée des terres.* Note ([2]) de M. L. Ravier, présentée par M. Mesnager.

Poncelet, appliquant la méthode de Coulomb pour l'étude de la poussée et de la butée des terres, a trouvé une construction géométrique ingénieuse

---

([1]) *Phil. Mag.*, 49, 1925, p. 509.
([2]) Séance du 18 novembre 1929.

qui permet de déterminer cette poussée ou cette butée dans les cas les plus variés.

Nous avons fait la remarque qu'il était possible de traduire les constructions de Poncelet par des formules qui donnent comme cas particuliers à la fois les formules de Coulomb ou de Rankine et les coefficients des tables de Resal.

Les calculs se présentent comme suit :

1° *Poussée.* — La figure 1 donnant la construction de Poncelet, le

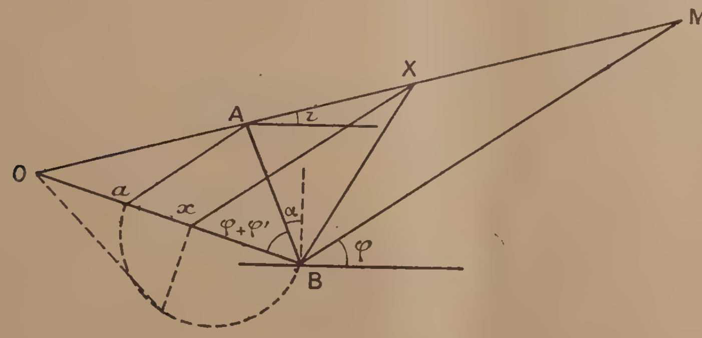


Fig. 1.

coefficient de poussée est, ainsi que l'a démontré Poncelet, la distance verticale entre A et B étant prise pour unité

$$C = Bx^2 \sin OBM = Bx^2 \cos(\varphi' + \alpha).$$

On a

$$\frac{OB}{\sin OAB} = \frac{AB}{\sin AOB} = \frac{OA}{\sin OBA},$$

$$\frac{Oa}{\sin OAa} = \frac{OA}{\sin OaA},$$

$$Ox^2 = OB \times Oa.$$

On en déduit en exprimant les divers angles en fonction de φ, φ', i et α

$$Ox = \frac{AB}{\cos(\varphi + \varphi' - i + \alpha)} \times \sqrt{\frac{\cos(i - \alpha)\sin(\varphi - i)\sin(\varphi + \varphi')}{\cos(\varphi' + \alpha)}}.$$

Mais la distance verticale entre A et B étant prise pour unité

$$AB = \frac{1}{\cos \alpha}.$$

On en déduit

$$Bx = OB - Ox,$$

$$Bx = \frac{\cos(i-\alpha)}{\cos\alpha\cos(\varphi+\varphi'-i+\alpha)}\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\varphi-i)\sin(\varphi+\varphi')}{\cos(\varphi'+\alpha)\cos(i-\alpha)}}\right],$$

d'où

$$C = Bx^2\cos(\varphi'+\alpha) = \frac{\cos(\varphi'+\alpha)\cos^2(i-\alpha)}{\cos^2\alpha\cos^2(\varphi+\varphi'-i+\alpha)}\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\varphi-i)\sin(\varphi+\varphi')}{\cos(\varphi'+\alpha)\cos(i-\alpha)}}\right]^2.$$

Les composantes horizontale et verticale sont :

Horizontale...............	$A = C\cos(\varphi'+\alpha)$
Verticale.................	$B = C\sin(\varphi'+\alpha)$

2° *Butée.* — La figure 2 donnant la construction de Poncelet, le coefficient de butée devient

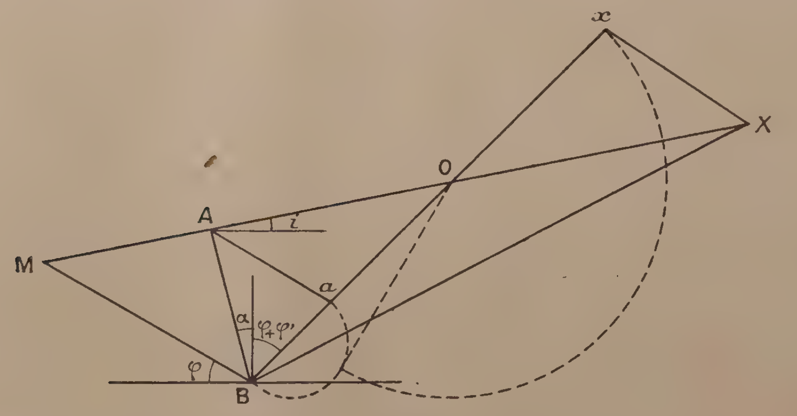


Fig. 2.

$$C_1 = \overline{Bx}^2 \sin OBM,$$
$$= \overline{Bx}^2 \cos(\varphi'-\alpha).$$

Les calculs sont similaires et conduisent à

$$C_1 = \frac{\cos(\varphi'-\alpha)\cos^2(i-\alpha)}{\cos^2\alpha\cos^2(\varphi+\varphi'+i-\alpha)}\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi+i)\sin(\varphi+\varphi')}{\cos(\varphi'-\alpha)\cos(i-\alpha)}}\right]^2$$

et, pour les composantes horizontale et verticale,

Horizontale........................	$A_1 = C_1\cos(\varphi'-\alpha)$
Verticale..........................	$B_1 = C_1\sin(\varphi'-\alpha)$

Cas particuliers. — Si dans les formules ci-dessus on fait $\varphi' = 0$, $i = 0$, $\alpha = 0$, on retrouve les coefficients de poussée et de butée de Coulomb et de Rankine : $\tang^2\left(45° - \frac{\rho}{2}\right)$ et $\tang^2\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right)$.

Si l'on fait $\varphi' = \varphi$, on retrouve une partie des chiffres des tableaux de Resal et l'emploi des valeurs $\varphi' = 0$ données par Resal conduit aux autres nombres de ces tableaux.

On peut enfin facilement calculer les coefficients relatifs à l'hypothèse $\varphi' = \frac{\varphi}{2}$ qui est admise par beaucoup d'ingénieurs, et notamment par ceux des Ponts et Chaussées belges dans leurs cahiers des charges.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *De l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides. Influences moléculaires. Rôle de la photolyse.* Note de M. **Paul Woog**, présentée par M. Brillouin.

Les faits examinés au cours de nos précédentes recherches [1] nous avaient conduits à admettre que l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides s'effectuait d'autant moins que le lubrifiant renfermait davantage de molécules portant des centres d'activité. Nous avons étudié des exceptions à cette règle.

Si l'on s'adresse à des acides comme source d'activité moléculaire, les carboxyles ayant une efficacité particulièrement marquée, on constate bien une influence favorable des acides de la série grasse sur la cohésion et sur la résistance de la barrière moléculaire marginale qui s'oppose à l'extension du lubrifiant. Ceci est observable non seulement en ajoutant les acides à des hydrocarbures saturés, mais encore à de tels corps mélangés à des triglycérides, par exemple 50 parties d'huile minérale saturée et 50 parties d'huile de pied de mouton neutralisée, ce mélange (A) ayant un coefficient de viscosité absolue de 1,729 à 0°. On constate même que l'introduction de 0,1 pour 100 d'acide suffit pour réduire l'extension. En déposant, à température ambiante, sur des plaques de laiton et d'acier des gouttes de A additionné de 0,1 pour 100 d'acide caprylique, laurique, palmitique, oléique, élaïdique, stéarique, cérotique, mélissique (ce dernier peu soluble employé en solution saturée), on constate sur le laiton une réduction générale de la tendance à l'étalement. Sur l'acier, l'acide caprylique, et à un degré

(1) Paul Woog, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 772; **186**, 1928, p. 71.

plus faible l'acide laurique, se montrent moins efficaces que les termes à chaîne plus longue. Le phénomène est plus facilement observable sur de petites gouttes ($0^g,0029$) que sur des gouttes plus grosses ($0^g,0126$). Si l'on compare l'action de 0,1 pour 100 d'acide oléique et d'acide stéarique sur le mélange A, en opérant à des températures croissant jusqu'à 100°, l'acide saturé est le plus efficace, confirmant ainsi nos essais antérieurs.

Les acides bibasiques, grâce à la possibilité d'une double fixation par les deux carboxyles restreignent l'étalement (acides succinique, sébacique, orthophtalique en solution concentrée, ces acides étant peu solubles).

Mais, si l'on s'adresse à des acides ne possédant plus les causes d'orientation et de résistance dues à une constitution polaire ou symétrique, tels les acides monobasiques issus d'un noyau cyclique, on constate que ces molécules actives, mal orientables s'opposent à l'édification d'une barrière marginale efficace et provoquent au contraire l'étalement des huiles. L'expérience faite avec des gouttes de mélange A additionné de 0,1 pour 100 d'acide benzoïque, phénylacétique, cinnamique, *o*, *m*, et *p*-toluïque, montre que ces corps entraînent l'extension très rapide de la goutte avec une énergie décroissant de l'acide benzoïque aux acides toluïques. L'influence stérique est ici bien nette, la fragilité du barrage étant plus grande lorsque le carboxyle est isolé et proche du noyau. Ces phénomènes sont déjà perceptibles lorsque les acides formant les barrages instables sont à la concentration de 0,01 pour 100. A 0,05 pour 100 leur action est aisément observable; celle-ci va en croissant jusqu'à 0,2 pour 100.

Nous avons examiné si la photolyse qui se manifeste facilement sur les lubrifiants donnerait naissance à des corps actifs, mais inaptes à former des barrières moléculaires stables, corps par suite capables d'entraîner l'étalement des huiles. Nous avons donc exposé pendant un temps prolongé à la lumière solaire une huile minérale saturée. L'acidité développée au cours de la photolyse a été trouvée de 0,154 pour 100 (exprimée en acide oléique, bien qu'il s'agisse de produits en partie solubles dans l'eau, donc à faible poids moléculaire). On a préparé un mélange de 64,9 parties de cette huile et de 35,1 parties d'huile de pied de mouton neutralisée. Des gouttes de ce mélange, présentant ainsi une acidité de 0,1 pour 100 déposées sur du laiton, se sont complètement étalées en 24 heures, tandis que les gouttes d'un mélange témoin, non acide, restaient immobiles.

L'action des produits de la photolyse sur l'extension des lubrifiants étant établie, nous avons soumis des gouttes d'huile déposées sur laiton au rayonnement d'une lampe à vapeur de mercure en quartz, consommant 4,5 ampères

sous 110 volts et distante de $0^m,30$. A température ambiante les gouttes de A commencent à s'étaler au bout de 40 à 52 minutes, puis l'extension augmente. Avec de l'huile de pied de mouton pure, l'étalement, plus faible, se produit au bout de 2 heures. L'interposition d'une lame de quartz retarde légèrement le phénomène. La viscosité ralentit l'extension. Ainsi en opérant sur des huiles ayant à 34° un coefficient de viscosité de 0,2725, 0,4444, 0,4694, 1,0589, l'étalement est d'autant plus fort que l'huile est plus fluide. Si, dans un cristallisoir clos par une lame de quartz pour éviter la condensation de l'humidité, on irradie des gouttes de A maintenues à 0°, on constate que celles-ci ne s'étalent pas, leur viscosité ayant fortement augmenté. Par contre, le même essai effectué à 50° conduit à une rapide extension.

Si l'on réchauffe à 35°, à l'obscurité, les gouttes irradiées à 0°, on voit alors celles-ci s'étendre. De même, si l'on expose à la lumière ultraviolette des gouttes de A posées sur laiton, respectivement pendant 10, 20, 30 et 40 minutes, puis qu'on les abandonne à l'obscurité à 35°, on voit l'étalement se poursuivre pour tous les essais, et devenir total en 20 heures pour les gouttes irradiées 30 et 40 minutes. Les effets de la photolyse peuvent donc se poursuivre après que l'irradiation a cessé.

Le procédé de neutralisation moléculaire des surfaces que nous avons indiqué (*loc. cit.*) empêche totalement l'extension des lubrifiants dans les conditions que nous venons de décrire.

PHYSIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz à travers un orifice en mince paroi, à des températures variables.* Note de M. **Marcel Chopin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Au cours d'expériences relatives à la vapeur d'eau, j'ai utilisé un courant de vapeur de débit déterminé. Dans ce cas particulier, il est possible de modifier la méthode que j'ai exposée précédemment [1], et d'utiliser un seul orifice pour mesurer la température des gaz. Désignons respectivement par M_1, p_1, H_1, $1+a\theta_1$, φ_1 le débit en poids, la dénivellation manométrique, la pression atmosphérique, la dilatation linéaire et le coefficient de contraction de l'orifice, dans un premier essai effectué à une température absolue T_1 assez basse pour être aisément mesurable; par M_2, p_2, H_2, $1+a\theta_2$, φ_2 les

[1] *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1832.

mêmes grandeurs relevées au cours d'une seconde expérience effectuée à la température T_2, on a :

$$(1)\qquad T_2 = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 \left(\frac{1+a\theta_2}{1+a\theta_1}\right)^4 \left(\frac{\varphi_2}{\varphi_1}\right)^2 \frac{p_2 H_2}{p_1 H_1} T_1.$$

D'autre part, la formule qui définit les conditions de passage d'un fluide à travers un orifice peut être mise sous la forme (S, section à 0° C.) :

$$(2)\qquad \frac{T}{p} = \frac{KM^2H}{\varphi^2 s^2 (1+a\theta)^4}.$$

J'ai fait usage de cette dernière formule en faisant varier dans de larges limites la température du courant de vapeur. Pour éliminer l'influence des variations de M, H, $1+a\theta$, au cours des essais, j'ai utilisé la formule (1) en faisant $T_2 = T_1$ et en remarquant que le coefficient de contraction est resté constant. J'ai donc calculé dans chaque cas quelle dénivellation p correspond au cas arbitrairement choisi d'un débit moyen de 36^g par minute, de $H = 760^{mm}$ et d'un orifice non dilatable. Une fois ces corrections effectuées, on voit que le rapport T/p reste uniquement fonction du carré du coefficient de contraction de l'orifice.

La température de la vapeur à la sortie de l'orifice est mesurée à l'aide d'un couple Le Chatelier replié de façon à présenter une longueur de 4^{cm} dans la veine gazeuse, la soudure étant placée au centre de l'orifice. Dans des expériences précédentes ([1]) effectuées entre 300° et 600° C., j'avais entouré le couple par une cellule qui neutralisait l'effet du rayonnement. Cette cellule était à 1000° d'une réalisation et surtout d'un réglage assez difficiles et j'ai pensé qu'en activant suffisamment les échanges par convection à la surface du couple, et en employant un fluide tel que la vapeur d'eau à chaleur spécifique élevée, je pourrais considérer comme négligeable l'influence du rayonnement. On remarquera d'ailleurs que celle-ci est contenue dans le rapport T/p; or, les expériences établissent, ainsi que nous le verrons, la constance de ce rapport lorsque la température varie. Le rayonnement n'exerce donc pas dans ces conditions d'essai (vitesse de la vapeur à 1000° : 250^m par seconde) une action discernable, car nous ne pouvons évidemment supposer que l'action du rayonnement soit telle qu'elle compense à toute température une variation du coefficient de contraction.

Le dispositif expérimental comprend un vase de Mariotte fournissant à une chaudière électrique un courant d'eau distillée de débit sensiblement constant et facilement

([1]) *Comptes rendus*, 187, 1928 p. 935.

mesurable. Cette chaudière a une forme tubulaire (diamètre 40^{mm}, longueur 325^{mm}). Elle est disposée horizontalement, elle est protégée intérieurement par un revêtement isolant, et elle renferme une résistance électrique (152 spires de 15^{mm} de diamètre en fil nichrome 8/10) suspendue à un tube central en quartz. L'eau est amenée à la chaudière par un tube capillaire dont la hauteur est supérieure à la pression maximum. Sa vaporisation a lieu instantanément. Un wattmètre et un rhéostat permettent de régler la légère surchauffe obtenue. La vapeur traverse un faisceau tubulaire environné d'huile maintenue à 120°, puis la chambre tubulaire renfermant la résistance électrique d'échauffement, et s'échappe par un orifice de 5^{mm} de diamètre percé au centre d'un disque de platine de $0^{mm},3$ d'épaisseur. La pression de la vapeur est mesurée à l'aide d'un manomètre à eau pourvu d'un dispositif injectant un léger courant d'air qui s'oppose à la condensation de la vapeur dans les tubes d'amenée.

Température absolue.	p corrigé.	$\frac{T}{p}$.	Température absolue.	p corrigé.	$\frac{T}{p}$.
636°.....	150,6	4,223	888°.....	206,7	4,296
637.....	152,2	4,186	892.....	208,7	4,274
676.....	156,1	4,330	894.....	208,4	4,290
698.....	166,1	4,202	931.....	212,8	4,375
704.....	166,3	4,314	1028.....	235,2	4,370
738.....	168,7	4,374	1076.....	248,8	4,324
749.....	170,7	4,386	1099.....	252,6	4,350
749.....	171,2	4,375	1144.....	258,3	4,429
763.....	177,9	4,285	1163.....	269,7	4,312
793.....	180,6	4,390	1242.....	293,3	4,235
798.....	186,5	4,278	1244.....	287,7	4,324
801.....	184,5	4,341	1248.....	289,6	4,310
813.....	185,5	4,383	1264.....	289	4,373
853.....	196,1	4,349	1298.....	308	4,213
	Moyenne.......	4,315		Moyenne.......	4,319

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessus. Le rapport $\frac{T}{p}$ présente des variations accidentelles qu'expliquent de petites différences dans la position du couple, ou encore dans la mesure de M qui figure au carré dans la formule de correction. La fonction $p = f(T)$ est représentée par une droite qui passe visiblement par le zéro absolu. Cette proportionnalité exclut l'hypothèse d'une variation de φ^2 et à plus forte raison de φ. Ces mesures apportent donc une vérification nouvelle de ma méthode aérodynamique de mesure de la température des gaz, que seule la variation du coefficient de contraction pouvait mettre en défaut. Elles fournissent en outre à l'étude de la dynamique des fluides la donnée expérimentale suivante :

Le coefficient de contraction d'un orifice pratiqué dans une paroi mince

et non dilatable, traversé par un courant gazeux déterminé, est indépendant de la température de ce courant.

Je me suis abstenu de procéder aux mesures avec une vapeur d'eau peu surchauffée pour éviter des condensations susceptibles de fausser les mesures, et aussi parce que la vapeur d'eau présente alors un coefficient de dilatation différent de celui des gaz parfaits.

OPTIQUE. — *Sur les séries de résonance de la vapeur de soufre.* Note de M. **P. Swings**, présentée par M. M. de Broglie.

Le spectre de résonance des vapeurs diatomiques de soufre, excitées par les raies de l'arc au mercure, a été examiné par M. Rosen ([1]), qui n'a pu mesurer qu'une seule série excitée par la raie 3132 Å, sans d'ailleurs dissocier nettement la structure des termes; cet auteur a remarqué de plus que les raies 3126, 3022 et 2968 Hg sont capables également d'exciter des séries de résonance, qu'il n'a pu soumettre aux mesures, mais dont il a signalé la complexité des termes.

Nous avons élaboré une méthode permettant une étude plus approfondie du phénomène. Nous avons employé un vase cylindrique en quartz fondu, placé dans un premier four électrique (four de température) et présentant un appendice d'une quinzaine de centimètres, placé dans un second four (four de pression). On pouvait ainsi faire varier indépendamment la température et la pression. Le soufre avait été introduit avec des précautions spéciales (élimination des gaz adsorbés par les parois du récipient, distillations dans le vide, etc.). La lampe à mercure, en quartz fondu, avait la forme d'un anneau entourant complètement le vase; elle se trouvait à l'intérieur du premier four.

Dans ces conditions, le spectre de résonance était si intense qu'on pouvait suivre visuellement au spectrocope ses variations en fonction de la température et de la pression. Nous avons ainsi pu obtenir de bonnes séries de résonance excitées, non seulement par les raies signalées plus haut, mais aussi par 2894 Hg (série de multiplets). Toutes les séries ont pu être mesurées et étudiées. En outre, nous avons obtenu quatre séries de doublets, excitées par les raies 3655, 3132, 3126 et 2968 Hg.

Les détails expérimentaux et les mesures complètes seront publiés pro-

---

([1]) Rosen, *Zeit. für Physik*, 43, 1927, p. 106.

chainement dans un Mémoire détaillé. Dans la présente Note nous voulons simplement indiquer quelques-uns des résultats.

Dans la première série de doublets (excitée par 3655 Hg), nous avons observé, outre la réémission, six termes positifs distants d'environ 670 cm^{-1} et dont la distance $\Delta\nu$ des composantes valait 34 cm^{-1}. Jusqu'à présent, on ne peut décider au moyen de nos mesures si la raie excitatrice est 3655 Hg (dans ce cas, la raie d'absorption 3655 appartiendrait à une branche R) ou 3650 Hg (qui appartiendrait à une branche P) [1]. Cette série semble la plus intense pour des températures d'environ 600° et des pressions de l'ordre de 15 à 20^{mm}; elle est très faible pour une pression de 1^{mm}, alors que toutes les autres séries sont déjà à leur maximum d'intensité.

Pour les séries de doublets excitées par les raies 3132, 3126 et 2968 Hg, on a pu observer respectivement 24, 23 et 20 termes; les valeurs moyennes de $\Delta\nu$ sont respectivement 18; 16,8 et 16 cm^{-1}. Il semble bien [2], d'après l'examen de la série de doublets excitée par la raie 3132, que cette raie appartienne à une branche R du spectre d'absorption de S_2. La série excitée par 2968 Hg est aux basses pressions ($p < 1^{mm}$) plus intense que les deux autres; elle diminue rapidement d'intensité pour $p > 1^{mm}$; les deux autres séries, déjà observables pour p $0^{mm},05$, sont très intenses pour $0,5 < p < 20^{mm}$ et sont présentes jusqu'à $p = 500^{mm}$.

Pour les séries de multiplets, on a observé respectivement :

λ_0.	$\lambda < \lambda_0$.	$\lambda > \lambda_0$.
3132.........	2 certains, 1 très faible	21
3126.........	id.	14
3022.........	3	8
2968.........	1	9
2894.........	1 incertain	8

Dans ces séries, on trouve surtout des quadruplets; mais on rencontre également des groupes de 2, 3, 5 ou 6 raies.

---

(1) Les valeurs des longueurs d'onde des raies d'absorption de la vapeur S_2 ne sont pas encore connues.

(2) L'étude à grande dispersion est actuellement en cours.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur le traitement relativiste du problème de plusieurs corps.* Note de M. **L. Goldstein**, présentée par M. M. de Broglie.

La théorie relativiste de l'électron proposée par Dirac [1] se heurte comme toute théorie relativiste de la matière à des difficultés fondamentales lors de sa généralisation au problème des atomes à plusieurs électrons.

Il était à prévoir que l'Univers de Minkowski ou une variété à quatre dimensions ne pouvait pas convenir au formalisme du problème. Il est en effet bien connu d'après la théorie prérelativiste de Schrödinger que l'amplitude Ψ totale du problème ne peut exister que dans un espace de configuration. Eddington et Gaunt [2], les premiers, ont proposé une généralisation de l'équation de Dirac au problème à deux (ou à n) électrons, mais elle ne semblait guère être satisfaisante. Il y a diverses objections [3] dont nous rappelons une, relative aux *potentiels retardés*. Si dans le traitement non relativiste du problème il est permis d'ignorer et, par conséquent, de négliger la propagation finie de l'intersection, dans un traitement relativiste il est nécessaire d'en tenir compte. Eddington et Gaunt négligent les potentiels retardés.

Récemment Breit [4] a donné une équation pour le problème de l'hélium en s'appuyant sur une solution *relativiste* du problème à deux corps de Darwin [5]. L'équation de Breit comprend les potentiels retardés et l'équation d'Eddington-Gaunt qui n'est qu'une approximation *mathématique* du problème.

L'équation de propagation ne peut être écrite que dans une multiplicité différente de l'Univers de Minkowski, dans une multiplicité abstraite. Elle s'écrit

$$(1)\quad F_B\psi = \left\{ p + (\vec{\alpha}^{\rm I}\vec{\mathbf{p}}) + (\vec{\alpha}^{\rm II}\vec{\mathbf{p}}^{\rm II}) + (\alpha_4^{\rm I} + \alpha_4^{\rm II})mc + \frac{e^2}{2c}\left[\frac{(\vec{\alpha}^{\rm I}\vec{\alpha}^{\rm II})}{r} + \frac{(\vec{\alpha}^{\rm I}\vec{r})(\vec{\alpha}^{\rm II}\vec{r})}{r^3}\right]\right\}\psi = 0.$$

(1) P.-A.-M. Dirac, *Proc. Roy. Soc.*, (A), **117**, 1928, p. 610.

(2) A.-S. Eddington, *ibid.*, **121**, 1928, p. 524, et **122**, 1929, p. 358; J.-A. Gaunt, *ibid.*, **122**, 1929, p. 513.

(3) Cf. W. Heisenberg et W. Pauli, *Z. Physik*, **57**, 1929, p. 1.

(4) G. Breit, *Phys. Rev.*, **34**, 1929, p. 533.

(5) C.-G. Darwin, *Phil. Mag.*, 6e série, **39**, 1920, p. 537.

où I et II désignent le premier et le deuxième électron,

$$(2)\quad \begin{cases} p = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{1}{c}\dfrac{\partial}{\partial t} + e\Phi^{\mathrm{I}} + e\Phi^{\mathrm{II}} - \dfrac{e^2}{cr}, \\ \vec{\mathbf{p}} = \vec{p} + \dfrac{e}{c}\vec{\mathrm{A}};\quad \vec{p}(p_i)\quad (i = 1, 2, 3), \\ \mathbf{p}_i^{\mathrm{I}} = p_i^{\mathrm{I}} + \dfrac{e}{c}\mathrm{A}_i^{\mathrm{I}} = \dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial x_i^{\mathrm{I}}} + \dfrac{e}{c}\mathrm{A}_i^{\mathrm{I}}. \end{cases}$$

$\vec{\alpha}^{\mathrm{I}}(\alpha_i^{\mathrm{I}})$, $\vec{\alpha}^{\mathrm{II}}(\alpha_i^{\mathrm{II}})$, α_4^{I} et α_4^{II} sont les matrices de Dirac. $(\Phi^{\mathrm{I}}, \vec{\mathrm{A}}^{\mathrm{I}})$, $(\Phi^{\mathrm{II}}, \vec{\mathrm{A}}^{\mathrm{II}})$ sont les champs aux points où se trouvent le premier et le deuxième électron respectivement. La fonction $\psi_{\mathrm{I,II}}$ a 16 composantes $\psi_{\mu\nu}$ ($\mu, \nu = 1, 2, 3, 4$) et les équations aux dérivées partielles qui les définissent s'obtiennent aisément à l'aide des relations suivantes :

$$(3)\quad \begin{cases} (\alpha_i^{\mathrm{I}}\psi)_{\mu\nu} = \sum_{1}^{4}{}_{\lambda} (\alpha_i^{\mathrm{I}})_{\mu\lambda}\psi_{\lambda\nu}, \qquad (\alpha_i^{\mathrm{II}}\psi)_{\mu\nu} = \sum_{1}^{4}{}_{\lambda} (\alpha_i^{\mathrm{II}})_{\nu\lambda}\psi_{\mu\lambda}, \\ (\alpha_i^{\mathrm{I}}\alpha_i^{\mathrm{II}}\psi)_{\mu\nu} = \sum_{1}^{4}{}_{\lambda\rho} (\alpha_i^{\mathrm{I}})_{\mu\lambda}(\alpha_i^{\mathrm{II}})_{\nu\rho}\psi_{\lambda\rho}. \end{cases}$$

Les variables α de Dirac satisfont aux relations évidentes

$$(4)\qquad |\alpha_i^{\mathrm{I}}| = |\alpha_i^{\mathrm{II}}| \quad \text{et} \quad \alpha_4^{\mathrm{I}} = \alpha_4^{\mathrm{II}}.$$

Ceci est contenu implicitement chez Breit, mais il ne semble pas superflu de l'écrire. La multiplicité abstraite où l'onde $\psi_{\mathrm{I,II}}$ existe est une variété de configuration. A l'Univers à 4 dimensions on doit adjoindre, dans le traitement relativiste du problème à plusieurs électrons, ce que nous proposons d'appeler l'*Univers de configuration*, comme on doit adjoindre dans le traitement non relativiste du même problème, un espace de configuration à l'espace ordinaire. On peut construire cet Univers de configuration à partir de l'espace de configuration, comme sous-espace, et une dimension supplémentaire, le temps de configuration. Comme dans l'Univers de Minkowski l'axe du temps est perpendiculaire au sous-espace, ici aussi l'axe du temps sera perpendiculaire au sous-espace, à l'espace de configuration. Dans le problème de l'hélium, l'Univers de configuration a un sous-espace à six dimensions et une dimension supplémentaire, son temps de configuration. C'est dans cet Univers abstrait que l'équation (1) de Breit est valable. Cette équation conduira probablement à des bonnes approximations des niveaux de l'hélium. Mais pour calculer le rayonnement on doit connaître la *densité*

électrique de Schrödinger. Pour la trouver, nous couplons l'atome et le champ suivant une méthode de Darwin ([1]). Ce couplage s'exprime à l'aide d'une fonction de variation, une fonction de Lagrange dans l'Univers de configuration. Les variations de cette fonction donnent l'équation de Breit, l'équation pour les $\overline{\psi}$, conjugués complexes des ψ, et, en outre, les composantes d'un vecteur $\vec{J}$ qui paraît se rapprocher du *vecteur-courant* du problème à un corps. L'étude du caractère vectoriel de J conduit à des transformations de Lorentz généralisées dans l'Univers de configuration. La composante temporelle de $\vec{J}$ s'identifie avec la densité électrique et donne la normalisation des $\psi_{\mu\nu}$. Cette densité électrique permet de calculer le rayonnement, les composantes de la matrice « moment électrique » du système. Une étude détaillée paraîtra ailleurs.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les propriétés électrochimiques du polonium.* Note de M. **Frédéric Joliot**, présentée par M. Jean Perrin.

A l'aide d'une nouvelle méthode dont le principe à fait l'objet d'une Note précédente ([2]) nous avons entrepris l'étude du comportement électrochimique du polonium dans des états chimiques différents. Les expériences portèrent en premier lieu sur la détermination des potentiels critiques de dépôt du polonium sur des électrodes d'or polarisées. Nous avons obtenu les résultats suivants :

1° En milieux sulfurique, nitrique et acétique nous avons observé les mêmes valeurs pour les potentiels critiques de dépôt : $+0,37 \pm 0,02$ volt à la cathode et $+1,1 \pm 0,03$ volt à l'anode, entre les limites de concentrations en polonium ([3]) $3 \times 10^{-9}\,n$ à $10^{-8}\,n$ (électrode de comparaison au calomel KCl $1\,n$).

Il y a lieu de conclure à l'identité des ions du polonium résultant de la dissociation électrolytique de ces composés dans les solutions acides correspondantes.

2° En milieu oxalique les résultats sont très différents. Le potentiel cri-

---

([1]) C. G. Darwin, *Proc. Roy. Soc.*, (A), **118**, 1928, 654.

([2]) F. Joliot, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1325.

([3]) Conformément à ce qui avait été signalé par Mad. Wertenstein nous avons observé que le potentiel critique ne varie pas avec la concentration dans les limites de nos expériences. Ce point sera examiné en détail dans une publication ultérieure.

tique de dépôt à la cathode est de $+0,02 \pm 0,02$ volt et l'on n'observe aucun dépôt à l'anode même pour de fortes polarisations positives de celle-ci, la concentration en polonium étant du même ordre que précédemment. Ce potentiel ne peut donc correspondre au même cation que le précédent.

3° En milieu chromique on n'observe pratiquement aucun dépôt à la cathode mais seulement à l'anode pour un potentiel supérieur à $+1,08 \pm 0,03$ volt, valeur déjà observée précédemment en milieux nitrique, sulfurique, acétique.

Ces faits nous ont incité à étudier les réactions d'oxydation et de réduction que peuvent subir les différents composés du polonium. Nous avons employé la méthode suivante :

Principe [1]. — Nous électrolysons, dans notre appareil, une solution contenant une quantité connue de polonium, en portant la cathode au potentiel de $+0,25$ volt par exemple. Nous suivons la marche de l'électrolyse pendant un temps suffisant pour bien déterminer l'allure de la courbe de dépôt. Une petite quantité de réactif est alors introduite et nous maintenons le potentiel de l'électrode à sa valeur primitive. Si l'ion étudié subit une modification chimique la courbe changera d'allure. Une série de dosage de l'activité en solution jointe aux mesures de l'activité des électrodes nous donne à chaque instant la distribution du polonium entre le liquide et les électrodes. On procède alors à la détermination du potentiel critique de dépôt de l'ion modifié. Voici les résultats obtenus :

1° L'addition d'acide oxalique à la solution sulfurique ou acétique fait passer le cation contenant le polonium à un degré d'oxydation inférieur, caractérisé par le même potentiel que celui que l'on observe dans l'acide oxalique pur. Le dépôt anodique est supprimé; 2° L'addition d'eau oxygénée ou d'acide tellureux en solution sulfurique acétique et nitrique supprime le dépôt anodique; 3° L'addition d'acide sulfureux supprime le dépôt à la cathode et à l'anode, le polonium se déposant lentement sur les parois. Cet effet est attribuable à une décharge des ions suivie de précipitation; 4° L'addition d'acide chromique en milieu nitrique, sulfurique fait passer le cation primitif à l'état d'anion se déposant à $+1,10 + 0,03$ volt. L'addition d'eau oxygénée dans ce cas fait réapparaître le dépôt à la cathode.

---

[1] Cette méthode repose sur l'emploi de l'appareil déjà décrit (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1325) permettant de suivre d'une façon continue le dépôt de l'activité sur les deux électrodes rendues transparentes au rayonnement.

L'analogie entre les propriétés chimiques du polonium, du tellure et du bismuth nous fait penser que : 1° le cation de potentiel critique $+0,37$ volt serait un oxyde, probablement PoO^{++}; 2° le cation de potentiel critique $+0,62$ volt serait soit un sous-oxyde, soit l'ion du métal; 3° l'anion de potentiel critique $+1,1$ volt serait un radical PoO_3^{--} provenant de la dissociation hydrolytique du sel de polonium.

Nous pensons que les méthodes ci-dessus décrites peuvent donner de nombreux éclaircissements sur l'état des ions que donnent les radioéléments et les éléments ordinaires ([1]) dans diverses conditions.

RADIOACTIVITÉ. — *Le débit de chaleur du polonium.* Note de Mlle **A. Dorabialska**, présentée par M. Jean Perrin.

On n'a pas déterminé jusqu'à présent la valeur numérique du débit de chaleur du polonium en relation avec l'ionisation résultant de l'absorption totale des rayons α dans l'air. C'est pourquoi j'ai essayé de déterminer ce débit au moyen d'un microcalorimètre adiabatique construit par M. W. Świetoslawski et moi-même (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 763). Les mesures ont été effectuées avec deux sources de polonium de 3000 U.E.S. environ ([2]). La première série d'expériences contient les mesures du dégagement de chaleur due à une source de polonium de 3125 U. E. S. déposée sur une lame d'argent. On a fait les mesures successivement dans cinq calorimètres : d'aluminium, de zinc, d'argent et de cuivre de différente épaisseur. Pour étudier l'influence possible de support du polonium on a effectué une deuxième série d'expériences avec une source de 2607 U. E. S. déposée sur nickel et avec des calorimètres de cuivre, de nickel, de zinc et d'argent. Les résultats numériques des mesures montrent une concordance satisfaisante des valeurs obtenues. Le calorimètre d'argent présente une seule

---

([1]) Nous avons exposé dans une Note précédente (*Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1106) une méthode permettant de suivre la vitesse de dépôt des éléments inactifs par la mesure de l'augmentation de l'opacité de l'électrode sur laquelle s'effectue le dépôt.

([2]) On évalue couramment une quantité de polonium par la mesure absolue du courant d'ionisation produit par les rayons α émis d'un seul côté du support et complètement absorbés dans l'air (Mme P. Curie, *Journ. de Chim. phys.*, **22**, 1925, p. 142).

exception donnant des nombres différents qui dépassent les limites des erreurs d'expérience; ceci semble indiquer une réaction chimique perturbatrice dans un calorimètre d'argent ouvert. Pour éviter les réactions chimiques possibles (par exemple, oxydation du métal) on a effectué une troisième série de mesures avec une source de polonium enfermée dans un tube de cuivre dans l'azote.

Le tableau ci-après contient les résultats numériques des mesures calorimétriques groupées en trois séries dont il a été question ci-dessus. On y trouve les notions suivantes : K, capacité thermique du calorimètre; Δt, l'accroissement de température du calorimètre par heure; Q, débit de chaleur ramené à une quantité de polonium en équilibre radioactif avec 1^g du radium. Cette réduction a été opérée en admettant que l'ionisation produite par un rayon α est proportionnelle à son énergie et que le courant d'ionisation produit par l'absorption intégrale dans l'air des rayons α du radium et de ceux du RaC′ est respectivement par gramme de radium et par curie de RaC′ $2.41.10^6$ U. E. S. et $3.89.10^6$ U. E. S.

TABLEAU.

Calorimètre :	K.	Δt^0.	Q cal/heure.
		Polonium déposé sur l'argent.	
de cuivre......	0,2312	0,244 ± 0,0019	23,83 ± 0,8 %
de cuivre......	0,3051	0,187 ± 0,0017	24,19 ± 0,9
d'alumiuium...	0,2753	0,203 ± 0,0012	23,74 ± 0,6
de zinc........	0,2496	0,221 ± 0,0012	23,89 ± 0,5
		moyenne	23,91 ± 1,3 %
		Polonium déposé sur le nickel.	
de cuivre......	0,2166	0,222 ± 0,0024	24,53 ± 1,1 %
de nickel......	0,2967	0,158 ± 0,0014	23,99 ± 0,9
de zinc........	0,2063	0,228 ± 0,0014	24,29 ± 0,6
		moyenne	24,27 ± 1,1 %
		Polonium enfermé dans un tube de cuivre.	
de cuivre......	0,2005	0,225 ± 0,0019	23,64 ± 0,8 %
de cuivre......	0,2589	0,176 ± 0,0012	23,97 ± 0,7
		moyenne	23,81 ± 0,7 %

La valeur moyenne de ces trois séries d'expériences

24,0 cal/heure ± 1,2 pour 100

est notablement inférieure à celle qu'on pourrait déduire du débit de chaleur mesuré pour le radium et ses dérivés. Le nombre de particules α calculé d'après cette valeur serait égal à $3,35 . 10^{10}$ par seconde en posant la masse d'une particule α égale à $6^g,60 . 10^{-24}$, sa vitesse — $1,59 . 10^9$ cm/sec. C'est pourquoi les mesures ci-dessus décrites sont seulement considérées comme préliminaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La prévision de l'azéotropisme binaire*. Note de M. **Maurice Lecat**, présentée par M. Le Chatelier.

Les tables d'azéotropes ([1]) sont utiles pour la chimie, tant scientifique qu'industrielle; mais elles ne seront jamais complètes et il importe de pouvoir prédire l'azéotropisme (Az.).

Étant donné un système binaire, quand il y a intersection (R) des courbes, γ_1 et γ_2, tension de vapeur-température (p, t), l'Az. a lieu (loi B) ([2]). Si l'isobare p_R et l'isotherme t_R étaient rectilignes, il y aurait, au sens étymologique, Az., et pour toute concentration x; ni négatif, ni positif, il serait d'écart δ nul. La courbure entraîne l'Az. pour p_R (ce qui démontre la loi B) et aussi, par continuité, dans un intervalle (p_1, p_2), contenant p_R. La réciproque de la loi n'a pas lieu : R n'est pas nécessaire à l'Az. Quant au signe, il n'est pas indiqué par l'allure des γ.

Soient : sur la surface-limite (p, t, x), g la ligne de Gibbs-Konovalov ; g_0 sa projection sur le plan (p, t). Le domaine D, délimité par les γ, l'axe des t et la projection l_0 de la ligne critique l, n'est pas pénétré par g_0. Si l'axe des p est horizontal, g_0 est au-dessous ou au-dessus de D, suivant le signe de l'Az. (+ ou —). Pour un *azéotrope d'intersection*, δ est maximé ou à très peu près. S'il n'y a pas intersection des courbes γ, le point g_0 maximant δ est voisin de la normale aux γ.

Suivant van der Waals, g joindrait l à la courbe de congélation : l'Az. serait toujours *absolu*, ce qui n'est pas. Non absolu, l'Az. est dit *borné;* il l'est, soit *en bas*, *en haut*, ou des deux côtés ([3]). Le *zéotropisme* (Z) est la

---

([1]) Pour références, voir *Ann. Soc. sc. Bruxelles*, 49, 1929, B, p. 129.

([2]) W. D. Bancroft, *The Phase Rule*, Ithaca, N.-Y., 1897, p. 98.

([3]) De la règle de Bakhuis-Roozeboom (*Die heterogenen Gleichgewichte*, II, 1) sur le sens de variation de ξ (x, az.) quand p croît, il résulte que l'Az_+ ne pourrait être borné que si R n'existe pas et il le serait en bas ou en haut, suivant que la courbe γ du constituant le plus volatil est la moins ou la plus ascendante. Mais, empirique, la règle est en défaut (cf. Vrevskij, *Z. ph. Chem.*, 83, 1913, p. 569) pour le système (eau, éthanol), où l'Az (positif) est borné en bas, vers 75^{mm}, l'eau disparaissant.

négation de l'Az. Si (p_1, p_2) contient la pression normale ν (760^{mm}), l'Az. est dit *normal* (Az_ν). De même pour le Z. (Z_ν) [1].

Pour que tout x soit ξ, c'est-à-dire azéotropique (az.), il faut et il suffit que R existant, l'Az. soit doublement borné, car g joint alors les γ; mais si l'intersection n'a pas lieu, toute concentration ξ, sauf une, est az. pour deux pressions, les extrémités de g étant sur *une même* courbe γ.

Une table est dressée [2], qui, pour 972 systèmes, formés par 194 corps, *les plus divers*, confronte avec p_R et t_R le comportement distillatoire sous ν : 1° il y a 489 cas d'intersection, dont 377 az. (az_ν.R) et 112 z. (z_ν.R); 2° 483 systèmes sans R sont az. (az_ν. s. R). Non consignés, les z_ν. s. R comprennent sans doute des az. s. R (non normaux). Dans l'ensemble, la proportion P des az_ν. s. R est $\sim$ 50 pour 100. Pour les az. s. R, P serait encore sensiblement accru. D'où *la grande portée de la non-réciprocité de la loi* B. Cette loi ne fournit pas la moitié des az. et elle ne distingue pas les normaux, qui sont les plus importants. Pour prévoir l'Az., la méthode « des courbes δ » semble préférable [3].

Pour les az_ν. R, (ν, p_R) est un intervalle (partiel) d'Azéotropisme; d'où l'intérêt de connaître p_R. On n'a $p_R > \nu$ que dans 20 pour 100 des cas; mais si $p_\varepsilon = 155^{mm}$, on a $p_R > p_\varepsilon$ aussi souvent que l'inégalité inverse; de même, $t_\varepsilon = 112°$. Pour les z_ν. R, $p_\varepsilon = 30^{mm}$ et $t_\varepsilon \doteq 105°$.

Sur tous ces nombres, l'influence du chimisme est considérable. Encore de $\sim$ 50 dans le cas de parenté étroite des constituants, P a des valeurs fort différentes pour les diverses couples de fonctions; par exemple : 73 pour l'ensemble des systèmes contenant une amide et 80, 87, 93 si l'autre substance est un ester, un halogénure, un hydrocarbure. Si une forte association est favorable à R, *elle l'est aussi à l'Az. sans* R et à un grand δ [4]. Mais les plus grands δ ont lieu quand R existe; c'est le cas du système (acétamide, dibromobenzène *p.*), où $\delta = 20,9$ (on ne connaît pas de plus grand écart).

Si g a deux branches, une de chaque signe, b_+, b_-, l'Az. est dit *mixte*. Cas vraisemblable, car des az., par exemple (éthanol, chloroforme),

---

(1) Contre la loi B, M. R. Ebersole (*J. phys. Chemistry*, 5, 1901, p. 239) argue, à tort, de cas d'existence du Z_ν avec intersection. C'est exclure l'Az. borné.

(2) On la trouvera en annexe à un Mémoire, *A. S. sc. B.*, 49 B (décembre 1929).

(3) Voir M. Lecat, *Rendic. Accad. Naz. Lincei*, 6e série, 9, 1929, 1, p. 1121.

(4) M. Lecat, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 880.

donnent, à certaines températures, des composés d'addition. La géométrie de position des courbes b et γ (et de R) orientera les recherches expérimentales sur les domaines d'existence des Az_{+} et Az_{-}.

(I). Si les deux signes n'ont pas lieu pour même p, une branche est bornée en bas, en A, l'autre en haut, en B, avec $p_B < p_A$ et $t_B < t_A$. L'*inférieure* b_i est b_{+} ou b_{-} et R est couvert par les projections b_{oi} ou b_{os}; chacun de ces quatre cas en comprend 4, suivant que b_i et b_s sont, ou non, encore bornées en bas ou en haut. Il y a alors l'hypothèse de R inexistant. — (II). Si les signes + et — ont lieu pour mêmes t (et mêmes p), on a, suivant Caubet le cas de (SO^2, CH^3, Cl); il est contesté, mais non par Duhem, Nernst et Zawidzki. Il se discute à peu près comme le cas (I). — Cas-limite : b_{0+} et b_{0-} se rejoindraient en R. — En tout, il y a 89 configurations.

En ce qui concerne ξ, suivant la position des intervalles $[\xi_{+}]$, $[\xi_{-}]$, celui de x sera partagé de 89 manières. D'après les nombres de bornes des b, il y a 6 cas. Pour (0, 0), (0, 2), (2, 2), on aura, par exemple, respectivement :

$$(Z,\ A_{-},\ \underset{-}{A_{+}},\ A_{+},\ Z),\qquad (A_{=},\ \underset{=}{A_{+}},\ A_{+},\ Z),\qquad (A_{=},\ \underset{=}{A^{+}_{+}},\ \underset{+}{A_{+}});$$

Z, A_{-}, $\underset{=}{A_{+}}$, . . . désignent : un intervalle de Z, un de Az_{-}, un dont chaque point fournit, sous *une* pression, un azéotrope positif, et sous deux pressions, un négatif, etc.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence du vieillissement artificiel sur les propriétés mécaniques des bois.* Note [1] de MM. **Roger Lyon**, **G. Fron** et **Fournier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons indiqué qu'en soumettant du bois vert à l'action d'air chargé d'une faible quantité d'ozone, ce bois prend la teinte du bois vieux et acquiert, en une durée de un mois à peine, tous les caractères microscopiques et chimiques de ce dernier : il y a donc parallélisme entre l'action lente et progressive de l'air en chantier et l'action, à dose bien réglée, de l'ozone dans le bois.

Ces notions étant acquises, il y a lieu de se demander quelles répercus-

---

[1] Séance du 25 novembre 1929.

sions peuvent avoir ces modifications chimiques sur les propriétés mécaniques du bois.

Pour préciser ce point, il est indispensable de se servir de barettes d'examen prélevées sur une même planche et amenées au même état hygrométrique, car les différences entre deux planches d'un même arbre, et *a fortiori* d'arbres différents de même essence, sont supérieures aux différences qui surviennent du fait du séchage ou du vieillissement modéré.

En l'état actuel de nos recherches comparatives, qui sont commencées depuis plusieurs mois et dont les résultats ne pourront être établis que dans plusieurs années, nous avons procédé au traitement artificiel afin d'obtenir, pour comparaison, des planches de même origine, vieillies artificiellement et non vieillies. Nous avons procédé ainsi :

Une planche de hêtre, aussi homogène que possible, a été prélevée aussitôt le débit de la grume et divisée en barettes de 30^{cm} de longueur et de section carrée de 2^{cm} de côté, que l'on a soumises aux traitements suivants :

1° Barettes laissées à l'air extérieur.

2° Barettes soumises au traitement artificiel par ozone dosé qui produit le vieillissement normal de quatre années de chantier.

3° Barettes placées dans un ozoniseur et soumises à un traitement énergique d'ozone concentré pendant une semaine.

4° Barettes placées dans les mêmes conditions pendant un mois.

Ces barettes ont ensuite été envoyées à M. Monnin, au Service des recherches de l'aéronautique, pour qu'il précise les qualités mécaniques de chacune d'elles [1].

---

[1] On sait que M. Monnin classe les bois en diverses catégories suivant la cote dynamique, la cote de flexion et la rétractibilité (*Bulletin de la Section technique de l'aéronautique militaire*, fasc. 29 et 30, juin et juillet 1919).

Cote dynamique ou $\dfrac{\text{Résilience unitaire}}{\text{Carré de la densité}} = \dfrac{K}{D^2}$	Résilient...........	2	à	1,2
	Moyen.............	1,2	à	0,8
	Cassant............	0,8	à	0,2
Cote de flexion ou $\dfrac{\text{Tension unitaire max.}}{\text{100 fois la densité}} = \dfrac{F}{100D}$	Forte...........	25	à	20
	Moyenne........	20	à	15
	Faible..........	15	à	10
Cote de rétractibilité ou variation de volume vers 15 pour 100 d'eau	Très nerveux.........	1,00	à	0,55 %
	Moyennement nerveux.	0,55	à	0,35 %
	Peu nerveux..........	0,35	à	0,15 %

M. Monnin ne conserve pour l'aviation que du bois dont la cote dynamique est > à 1, la cote de flexion > à 20 et la rétractibilité < à 0,55.

Les essais ont donné les résultats suivants :

		Cote dynamique K/D 2.		Cote de flexion P/1000.		Cote de rétractibilité V (pour 100).
1. Hêtre bois naturel (15 % d'eau)....		1,45		22		0,560
2. Hêtre bois artificiellement vieilli de 4 années par ozone bien dosé (15 % d'eau)...................	a.	1,66	1,61	24,50	24,10	0,542
	b.	1,86		24		
	c.	1,36		23,90		
3. Hêtre bois ozonisé à haute dose pendant une semaine ou bois très vieux (15 % d'eau)...............		1,10		19,8		0,546
4. Hêtre bois ozonisé à haute dose pendant un mois ou bois très vieux..		0,85		18		0,549

L'examen de ces nombres montre que :

a. Les bois légèrement ozonisés, ou vieillis artificiellement de 4 années, conduisent à des coefficients de même catégorie que le bois vert naturel amené au même état hygrométrique, les légères différences qui se rencontrent étant de l'ordre de celles données par diverses barettes issues d'une même planche.

b. Les bois très fortement ozonisés pendant une semaine et surtout pendant un mois, correspondant à des bois très vieux de chantier, se classent dans la catégorie des bois moyens alors qu'ils étaient avant traitement, donc avant vieillissement, parmi les bois résilients à flexion forte.

c. La rétractibilité n'a pas été sensiblement modifiée par le vieillissement, ce qui implique que le jeu du bois est resté le même.

Au point de vue des qualités requises pour l'aviation, les bois des deux premières catégories seraient considérés comme bons alors que les autres seraient refusés. Ce qui revient à dire que l'ozone doit être employé avec beaucoup de circonspection sur le bois, action exagérée déterminant des altérations profondes qui se traduisent par une réduction des qualités mécaniques.

Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par la couleur des barettes et par la nature de leur brisure lors des essais au choc : les barettes soumises à l'action de l'ozone à haute dose ont pris la coloration foncée du vieux bois, leur brisure est caractérisée brisure sèche, c'est-à-dire à esquilles courtes, bien différente de la brisure du bois naturel.

On sait d'autre part que tels sont les caractères des bois laissés pendant 20 ou 30 ans en chantier : ces bois deviennent cassants et ne peuvent plus convenir pour certains usages industriels.

Il convient d'ajouter que cette nature cassante que prend le bois peut avoir pour certains usages spéciaux des avantages qui ne sont pas encore précisés et sur lesquels des observations sont en cours.

MINÉRALOGIE. — *Sur la* bœhmite *des bauxites*. Note de MM. **Raymond Hocart** et **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Pierre Termier.

L'un de nous a indiqué (¹) l'existence, en certaines bauxites, de cristaux microscopiques d'un mono-hydrate d'alumine ($Al^2O^3H^2O$) qu'il nommait *bœhmite*, de symétrie orthorhombique mais différant du *diaspore* par certaines de ses propriétés.



Type des cristaux de bœhmite sur lesquels a porté l'expérience des rayons X. On assimile le plan de la projection à h^1 (100). La face supérieure représente p (001); c'est le plan des axes optiques, n_g étant parallèle à l'allongement du cristal. g^1 (010) est une direction de clivage facile. La longueur des cristaux oscille entre 1 et 4 centièmes de millimètre.

Auparavant, Bœhm, étudiant (²) les radiogrammes réalisés par l'action des rayons X (procédé Debye et Scherrer) sur certains hydrates d'alumine et sur des bauxites, avait montré qu'on pouvait en déduire l'existence d'un mono-hydrate d'alumine qu'il nommait *bauxite*, homologue de la *lépidocrocite* ($Fe^2O^3H^2O$), le *diaspore* étant d'autre part l'homologue de la *gœthite*.

L'identité de la *bœhmite* et de la *bauxite* de Bœhm paraissait infiniment probable mais elle n'était pas parfaitement démontrée. Elle vient de l'être.

Des radiogrammes obtenus par l'un de nous (procédé Debye et Scherrer) tant à partir de *lépidocrocite* que de *bœhmite* dont nous avions pu amasser des petits cristaux en nombre suffisant (bauxites de Péreille, Ariège) ont mis en évidence une correspondance de raies qui ne laisse aucun doute sur les rapports structuraux de ces deux minéraux. D'ailleurs, les raies du radio-

---

(¹) Jacques de Lapparent, *L'alumine hydratée des bauxites* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1661).

(²) Bœhm, *Ueber Aluminium und Eisenhydroxide* (*Zeitschrift für an. und allg. Chemie*, 149, 1925, p. 203).

gramme de *bœhmite* correspondent en outre à celles que l'on peut observer sur le radiogramme de *bauxite* obtenu par Bœhm.

Il ne peut donc maintenant rester aucun doute sur l'identité de la « bauxite » de Bœhm et de la *bœhmite*, et sur la composition de celle-ci.

Nous ajouterons que le diagnostic que l'un de nous avait fait du *diaspore* dans certaines bauxites du pays de Fenouillet s'est trouvé confirmé par un radiogramme de ces bauxites concurremment fait avec un radiogramme de *gœthite*. Et de la sorte se trouve parfaitement prouvée maintenant l'homologie de la *bœhmite* et de la *lépidocrocite* d'une part, du *diaspore* et de la *gœthite* d'autre part.

LITHOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les caractères pétrochimiques de la caldeira de Santorin.* Note [1] de M. **Constant Ktenas.**

La constitution lithologique de la caldeira de Santorin a été établie surtout par les travaux de Fouqué, et de MM. Lacroix et Washington. En poursuivant ces dernières années l'étude des laves tertiaires et quaternaires de la mer Égée, je me suis livré à des recherches sur la nature géologique et pétrochimique des éruptions les plus anciennes du volcan de Santorin. La présente Note donne un aperçu sommaire des résultats de mon étude.

Les produits volcaniques des premières phases d'activité sont soit acides, soit basiques. Les formations acides s'observent exclusivement dans la région d'Acrotiri (île de Théra). Elles appartiennent à des *dacitoïdes à hornblende*, le plus souvent oligoclasiques (*a*), plus rarement andésiniques (*b*), et à leurs tufs. Malgré leur acidité, ces laves sont riches en calcium, ce qui contraste avec les formations alcalines et hyperalcalines d'Antiparos [1], situées à une distance dépassant à peine 70^{km}.

Les laves basiques sont presque saturées, et, dans des cas très rares, à déficit de silice. L'étude détaillée de la région d'Acrotiri met en évidence que les formations acides sont postérieures à la *dacitoïde* (passant à andésite) *andésinique* de Mavro (*c*), et à l'*andésite labradorique* (*d*) et le *basalte andésinique* (*e*), qui composent le dôme ancien de Mavrorachidi [Analyses effectuées par M. Raoult [2]].

---

[1] Séance du 25 novembre 1929.

[2] *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 489.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
SiO^2	69,26	67,90	57,64	53,36	52,08	51,76
Al^2O^3	15,27	15,49	17,40	17,53	17,75	19,93
Fe^2O^3	0,80	1,98	2,49	2,00	2,76	3,87
FeO	2,27	1,44	4,33	5,28	5,62	4,37
MnO	0,13	0,13	0,18	0,22	0,26	0,22
MgO	0,51	0,72	2,83	5,22	7,48	3,98
CaO	3,32	3,64	7,84	9,94	9,80	10,38
Na^2O	4,68	4,85	3,50	3,12	3,10	2,90
K^2O	2,49	2,47	1,39	1,55	1,28	1,07
TiO^2	0,48	0,46	0,99	1,14	1,28	1,04
P^2O^5	0,08	0,12	0,09	0,18	0,07	0,36
H^2O +	0,90	0,56	1,32	0,37	0,85	0,16
H^2O —	0,22	0,36	0,29	0,35	0,12	0,13
	100,41	100,12	100,29	100,26	100,45	100,17

a............. I'.4.2'.4 : Bloc dans le trass d'Acrotiri.
b............. I'.4.2'.4 : Coulée du cap Kalami.
c............. II.4 (5).3'.4 : Formation de Mavro.
d............. II.'5.3 (4).4 : Dôme de Mavrorachidi.
e............. 'III.5.3'.4 : Lave scoriacée de Mavrorachidi.
f............. II.5.4.4 : Coulées inférieures du massif de Merovigli.

Les laves basiques sont également abondantes dans la partie orientale de la caldeira. Elles apparaissent à la base de la falaise intérieure de Théra en formant des coulées épaisses et des amas, depuis Athinios jusqu'au massif du petit Pr. Hélie. L'analyse *f* représente la composition chimique du type ordinaire de ces laves (*andésites labradoriques*).

Les laves plus récentes, qui ont alimenté le volcan de Santorin avant et après la formation de la caldeira, se rattachent à un type de magma dont le caractère chimique correspond à la moyenne des laves extrêmes différenciées des premières phases d'activité.

Minéralogiquement et chimiquement, les roches de Santorin appartiennent à la série calco-alcaline, elles se distinguent pourtant d'autres régions dacitiques-andésitiques d'une *teneur en soude plus grande*. Ce fait, établi déjà depuis longtemps ([1]), n'est pas spécial au magma de Santorin. On l'observe également dans les laves des *autres centres volcaniques de l'arc sud-égéen*. Les moyennes données ci-après sont suffisamment expressives.

(1) Voir surtout : Becke, Loewinson-Lessing, *Tschermaks miner. und. petr. Mitteilungen*, **18**, 1899, p. 525, et **19**, 1900, p. 177.

Provinces.	Golfe Saronique.	Milos.	Santorin.	Nisyros.	Martinique.	Matra (Hongrie).
Nombre d'analyses.	12	12	17	10	12	21
SiO^2..............	59,65	65,59	61,67	63,71	59,21	61,52
Na^2O............	3,54	3,47	3,81	3,58	3,06	3,20

Il me reste à rechercher le prolongement de cet arc éruptif vers le Nord, et à discuter ses rapports avec les gisements alcalins de la mer Egée.

PÉTROGRAPHIE. — *Note sur l'épigénie siliceuse conforme et non conforme des tests de Lamellibranches.* Note de M. **Maurice Couvreur**, présentée par M. L. Cayeux.

On peut essayer de classer les aspects variés que présente la silice épigénique des roches sédimentaires : il faut d'abord distinguer *la silice de substitution au ciment* de la roche qui forme un pointillé plus ou moins fin d'éléments cunéiformes (c'est la structure fondamentale des silex de la craie) et *la silice de substitution aux tests* ou fragments de tests antérieurement calcaires. Dans cette catégorie on peut trouver deux états principaux :

a. La silice largement cristallisée des cavités organiques (intérieur des coquilles, cellules végétales) ou *silice de remplissage* : elle consiste en orbicules calcédonieux à enroulements qui ne sont à l'échelle microscopique que l'équivalent du remplissage de cavités quelconques dans la roche par de la calcédoine ou des cristaux de quartz. Les sphéroïdes siliceux déformés par pression mutuelle sont habituellement de dimensions croissantes de la périphérie au centre de la cavité. Souvent aussi une structure de quartzite primitif (c'est-à-dire ne provenant pas du nourrissement de quartz clastiques préexistant comme dans les grès-quartzites) s'associe aux structures calcédonieuses.

Les Mollusques et notamment les Gastropodes étant formés d'assises superposées d'inégale solubilité et d'inégale cohésion peuvent donner lieu à des cristallisations siliceuses en éléments assez larges à la place même du test : ainsi dans les meulières les coquilles des Lymnées, même après épigénie totale, sont très facilement reconnaissables en lumière polarisée par les dimensions mêmes des éléments siliceux substitués, quartz ou calcédonite. Dans ce cas la dissolution du test calcaire a *précédé* la cristallisation de la silice, de peu de temps d'ailleurs selon toute vraisemblance.

b. La silice de substitution proprement dite à des éléments anatomiques primitivement en calcite ou en aragonite : c'est le cas le plus intéressant au point de vue de la détermination pétrographique des débris organiques.

Je n'ai pas observé même dans les tests de Lamellibranches les plus simples à structure prismatique tels que les Inoceramus, les Perna, de substitution massive au cours de laquelle un cristal de quartz ou un système calcédonieux remplacerait une unité organique de forme bien précise, telle qu'un prisme hexagonal.

Le comportement des Gastropodes et des Lamellibranches me paraît différent vis-à-vis de la silice.

Dans les premiers (Potamides du Lutétien supérieur) la substitution peut avoir lieu sous le mode *conforme* : c'est-à-dire que des globules siliceux s'alignent suivant les lignes directrices du test qui sont parallèles, comme s'ils avaient été guidés par la structure organique préexistante.

Dans les Lamellibranches, et aussi dans les Gastropodes (c'est-à-dire dans la majorité des cas), la silicification est *non conforme*, c'est-à-dire que des globules calcédonieux envahissent un tissu calcifié en le détruisant peu à peu. Si la silicification n'est pas poussée très loin on voit — en pleine silice — des traînées de poussières calcaires où l'on reconnaît la structure primitive. Cette corrosion par la silice ne se fait pas cependant absolument au hasard. D'abord elle commence à l'intérieur même des tests. Le *Pecten asper*, pour prendre un exemple concret, s'envahit symétriquement suivant deux bandes d'orbicules calcédonieux parallèles à la surface interne et à la surface externe respectant pendant un certain temps à la fois les portions tout à fait superficielles et les portions tout à fait profondes du test. Cela s'explique : les Pectinidés ont une microstructure fibreuse uniquement. Les fibres, relativement grossières et orientées parallèlement à la surface, s'arquent et forment des chevrons au niveau de chaque côte de sorte que le tissu est plus lâche à cet endroit, mais à une petite profondeur dans le test : c'est dans cette zone de moindre résistance que la silice s'infiltre d'abord et de là progresse en profondeur. Les coupes tangentielles montrent que les bandes silicifiées sont concentriques aux bandes structurales déterminées par les côtes et qu'elles *tournent* parallèlement aux fibres anatomiques mêmes de ces bandes. Mais les orbicules siliceux ont leurs fibres de calcédoine orientées n'importe comment; c'est le type d'une structure *non conforme* quant aux fibres et *conforme* quant aux bandes.

Je me borne à cet exemple caractéristique bien qu'on puisse trouver des faits analogues dans la silicification des Lamellibranches à *prismes*.

On peut donc conclure que l'épigénie siliceuse n'est pas livrée au hasard mais qu'elle tient compte de la structure des tests, d'une façon cependant assez compliquée dans le détail. Les tests *n'attirent* pas la silice mais au contraire sont des obstacles à sa pénétration; la silice digère la calcite par ses zones de moindre résistance de façon à réaliser sa forme la plus largement cristallisée, calcédoine ou mosaïque de quartz, *de préférence* à la forme microcristalline en grains punctiformes ou cunéiformes du silex ambiant.

GÉOLOGIE. — *Sur la Géologie de l'Irak.* Note de MM. **H. de Böckh** et **P. Viennot**, présentée par M. Henri Douvillé.

En 1925-1926, une mission internationale composée de 15 géologues était chargée d'étudier la géologie de l'Irak en vue de la prospection des gisements pétrolifères. L'un de nous (H. de Böckh) dirigeait cette mission; l'autre (P. Viennot) était le chef de la délégation française; MM. Noble et Shaw étaient à la tête des deux autres groupes. Notre situation nous a donné à tous deux l'opportunité de visiter ensemble une grande partie du royaume d'Irak (spécialement le vilayet de Mossoul), et de tenter, en utilisant nos propres observations et les matériaux réunis par nos collègues, une synthèse géologique de ce pays. Depuis le retour de la mission, une étude détaillée des microfaunes a été entreprise par l'un de nous (P. Viennot). M. H. Douvillé a bien voulu vérifier certaines déterminations importantes.

L'Irak se subdivise géologiquement en deux régions : vers le Sud-Ouest, la plaine désertique fait partie de la plate-forme d'Arabie, qui constitue une aire continentale et un avant-pays de la zone des collines du Nord-Est où se développent des plis parallèles formant la bordure des chaînes du géosynclinal iranien. La limite des deux régions est jalonnée par la longue ride du Djebel Hamrin. Des nappes se développent en Perse; elles atteignent la frontière orientale de l'Irak; devant leur zone frontale, du Trias et du Jurassique ont été récemment rencontrés.

Crétacé. — Dans la région plissée, des dépôts d'âge valanginien (*Duvalia dilatata*) ont été vus près de Sulaimanié; dans les niveaux plus élevés, quelques fossiles albiens ont été signalés. Au nord-est d'Arbil, nous avons observé une épaisse série calcaire dont la base est certainement cénomanienne (*Orbitolina concava*) et qui montre vers son sommet des sections de Rudistes peut-être turoniens. Le Crétacé plus élevé est représenté par un

épais complexe de marnes à Globigérines qui, dans le Qarah Chaugh Dagh, nous ont fourni *Rosalina Linnei;* ce Foraminifère, qui ne dépasse pas *en France* le Crétacé terminal, disparaît dans la partie haute des marnes où l'Éocène est vraisemblablement représenté. — Dans l'aire continentale, on a seulement observé des calcaires à *Loftusia persica* (Maëstrichtien), surmontés d'argiles rougeâtres qui correspondent peut-être à l'Éocène inférieur.

Éocène. — Dans la région plissée, les faciès de l'Éocène sont variés. Au nord-est d'Arbil, on voit, sur les marnes à Globigérines, un mince horizon calcaire lutétien à *Orbitolites complanatus*, surmonté de marnes et de grès où dominent les tons rouges. Dans le Qarah Chaugh Dagh, l'Éocène est vraisemblablement représenté par la partie haute des marnes à Globigérines. Mais on a rencontré ailleurs par sondages un faciès calcaire à *Discocyclina* cf. *Fortisi* et *Asterocyclina* cf. *stella* ou *stellaris* (Kirkuk), *Alveolina oblonga* (Quwair), *Nummulites Tchihatcheffi* (Dj. Atshan). — Dans l'aire continentale, l'Éocène est représenté par des calcaires à *N. distans*, *N. Gizehensis*, *Dictyoconoides* cf. *Cooki*, *Alveolina* sp.

Oligocène. — Il est représenté dans les djebels du sud-est de Mossoul par un calcaire qui paraît généralement concordant sur l'Éocène et qui nous a fourni, dans les sondages de Kirkuk, *N. incrassatus*, *N. intermedius*, *N. vascus*, avec des Lépidocyclines; dans le Qarah Chaugh Dagh, *N. intermedius* est accompagnée de *Eulepidina Raulini*, *E. dilatata*, et vers le haut, l'association de *E. formosa* et de *Cycloclypeus* paraît correspondre à l'Aquitanien. — Dans l'aire continentale, le calcaire à *N. intermedius* et *Eul.* cf. *Raulini*, très peu épais, existe dans la vallée de l'Euphrate en amont de Hit, surmonté d'un horizon coralligène. Mais, vers le Sud, l'Oligocène manque.

Miocène. — Vers le début du Miocène intervinrent des phénomènes d'érosion, datés avec précision dans le Qarah Chaugh Dagh; là, en effet, l'Oligocène est surmonté par un calcaire du Burdigalien inférieur (niveau d'*Asmari* de la Perse) avec *Pecten*, *Scutella*, et dont la microfaune paraît à la fois très constante et très caractéristique : *Trillina Howchini*, *Orbiculina adunca*, *Dendritina*, *Spirolina*, etc. Un peu au-dessus de sa base, ce calcaire présente deux intercalations de conglomérats à éléments de calcaire oligocène. Les sondages ont montré que les conglomérats se développent dans la région de Kirkuk, tandis que les calcaires massifs diminuent ou disparaissent. A la frontière persane (Tangao) un épisode lagunaire avec gypse, apparemment contemporain des conglomérats, se place sous l'horizon de calcaire néritique. — Dans l'aire continentale, le calcaire burdigalien (calcaire de l'Euphrate) est très mince et conserve la même faune; il est

transgressif sur l'Oligocène vers Hit et en amont, sur l'Éocène vers l'aval.

Au calcaire d'Asmari fait suite, dans la zone plissée, un épais complexe de sédiments où se manifeste une dessalure progressive, et dont les subdivisions ont été établies antérieurement en Perse. Le *Lower Fars* lagunaire comporte des alternances de bancs de marnes et de gypse, avec de l'anhydrite et du sel, et, surtout à la base, des intercalations plus ou moins lenticulaires de calcaires très néritiques à *Ostrea latimarginata*, *Balanus* sp., Ostracodes, établissant la transition avec le régime marin de l'Asmari. Au-dessus, on passe à l'*Upper Fars*, ensemble de bancs marneux et gréseux, rouges et verts, déposés en eau généralement douce, où la stratification entre-croisée est la règle, et où les fossiles sont très rares : Ostracodes, Oogones de *Chara*. Toutefois, un banc de marnes à *Ostrea gingensis* a été rencontré dans le Dj. Hamrin. Vers le haut, les sédiments se chargent de galets, et l'on passe ainsi aux dépôts du *Bakhtiari*, composés de marnes, grès et conglomérats à éléments de radiolarites, de silex, de calcaires crétacés et éocènes, etc.; la flore et la faune (Chara, Ostracodes, Paludines, Limnées, Planorbes) sont très pauvres; toutefois, des molaires d'*Hipparion* ont été trouvées dans le Dj. Hamrin. L'ensemble précédent, dont l'épaisseur totale atteint localement 4000^m, débute au Burdigalien supérieur par le Lower Fars, et se poursuit jusqu'au Pontien. Des discordances secondaires sont observables, surtout dans le Bakhtiari. — Dans l'aire continentale, le Fars est représenté par une mince série marno-gypseuse en bas, marno-gréseuse en haut; le Bakhtiari manque.

Tectonique. — Dans la zone des collines, toute la série sédimentaire, *jusqu'au Pontien inclusivement*, est plissée. Les anticlinaux simples, plus ou moins dissymétriques et poussés vers l'aire continentale, se caractérisent généralement par un comportement spécial du Lower Fars lagunaire, accumulé dans leur zone axiale érodée en plissottements capricieux, souvent intensifiés jusqu'à un véritable écoulement sur le flanc SW.

A la suite de cette Communication, M. **H. Douvillé** rappelle les très importants travaux sur la *Géologie de la Perse* que de Morgan a publiés en 1905 à la suite de la Mission scientifique dont il avait été chargé et des explorations qu'il a poursuivies en 1889-1891. Dès 1891 et 1892 (*Annales des Mines*, 50, p. 227) il signalait l'existence d'une zone pétrolifère tout le long de la chaîne du Zagros, à la séparation de la Perse et de la Turquie, et il précisait les conditions de ce gisement dans un anticlinal du Miocène.

En 1905 il indiquait que la zone pétrolifère se prolonge au Nord jusqu'à Mossoul et au Sud dans la Suriane et il ajoutait tristement : « J'apprends qu'une société anglaise en opérant des sondages (près de la source qu'il avait signalée) vient de rencontrer le naphte en abondance. » En France ses observations étaient restées inaperçues.

GÉOLOGIE. — *La position des grès paléozoïques au Nord du moyen Niger (Soudan français).* Note de M. **Raymond Furon**, présentée par M. L. Cayeux.

Les plateaux du Soudan occidental (Bamako, Banamba, Koulikoro), constitués par des grès siliceux paléozoïques, se terminent vers l'Est par des falaises, à peu près à mi-chemin entre Koulikoro et Ségou.

Au delà de ces falaises s'étend une grande plaine, mesurant 600^{km} de longueur et 200^{km} de largeur, limitée au Nord par la falaise de grès de Néma, au Sud par les collines situées entre le Niger et le Bani.

C'est dans cette plaine que le cours du Niger a évolué, s'infléchissant constamment vers le Sud-Est, après avoir abandonné le Hodh et le Djouf [1].

Deux reconnaissances exécutées dans ces régions inconnues au point de vue géologique m'ont renseigné sur la position des grès siliceux paléozoïques dits horizontaux et les formations qui leur sont postérieures.

a. De Ségou au nord de Sokolo (120^{km}). — Partant du Niger, la plaine descend en pente douce vers le Nord. Des sables argileux récents contenant des concrétions calcarifères semblables aux poupées du loess recouvrent des argiles tertiaires. Les grès anciens n'affleurent nulle part entre Ségou et Sokolo, mais j'ai pu déterminer leur situation en étudiant tous les puits situés le long de la piste.

Voici leur position en allant du Sud vers le Nord :

	m
Tosma	15
Korodougou	30
Molodo	34
Niébébougou	45
Kandiourou	55

[1] Raymond Furon, *Le delta fossile du Niger sahélien* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 951-953).

A Sokolo, les puits profonds de 26, 27 et 28^m n'atteignent pas les grès.

Un peu plus au Nord, le puits de Famembougou touche les grès siliceux à —76^m.

A 55^km au Nord-Est de Sokolo, sur la piste de Nampala, il existe un affleurement gréseux dirigé Ouest-Est et, de nouveau, ce sont de grandes épaisseurs d'alluvions argilo-sableuses.

b. De Ké-Macina à la mare de Guellou (200^km). — Dans cette région souvent encombrée de dunes mortes, les puits sont généralement moins profonds et n'atteignent pas les grès.

Ce n'est qu'à 30^km au nord de Dioura que j'ai retrouvé un affleurement gréseux, exactement dans l'alignement de celui signalé ci-dessus au Nord de Sokolo. Ces grès, tendres, sont relativement récents, associés aux argiles tertiaires. Au Nord de cette bande de grès, les formations sableuses et argileuses ont plus de 50^m de puissance.

Conclusions. — La plaine qui s'étend au Nord du moyen Niger jusqu'à la falaise tectonique gréseuse de Néma est constituée par des alluvions argilo-sableuses tertiaires et quaternaires. Ces alluvions, dont l'épaisseur atteint 80^m, reposent sur un banc de grès siliceux paléozoïque, incliné en pente douce vers le Nord.

GÉOLOGIE. — *Présence de la glauconie dans les sables pliocènes de Bretagne.* Note de M. Y. **Milon**, présentée par M. L. Cayeux.

J'ai signalé en 1926 [1] la présence de glauconie dans les faluns vindoboniens de Bretagne, et indiqué que ce minéral devrait être recherché dans les sables du Pb des cartes géologiques. En traitant par l'acide chlorhydrique un grand nombre d'échantillons de sables rouges, j'ai pu mettre en évidence, dans certains cas, des grains de glauconie, souvent abondants, toujours altérés et revêtus d'une pellicule d'oxyde de fer qui ne disparaît qu'après le traitement à l'acide. Ces grains ont fréquemment l'aspect de moulages de foraminifères, leurs dimensions moyennes varient de 2 à 4^μ.

J'ai reconnu la présence de la glauconie en quantité notable dans les sables provenant des localités suivantes : 1° en Ille-et-Vilaine : Apigné,

(1) Y. Milon, *Présence de la glauconie dans les faluns vindoboniens de Bretagne* (*Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1043); *Nouveaux gisements de faluns à Plouasne* (*Côtes-du-Nord*) *et présence de la glauconie dans les faluns de Bretagne* (*Bull. Soc. Géol. Min. de Bretagne*, 6, 1925 [1927], p. 261-264).

Andouillé, Gabard, Guichen, Bourg-des-Comptes, Saint-Malo-de-Phily, Pancé, Langon, Ercé-en-Lamée; 2° dans le Morbihan, à Saint-Jean-la-Poterie; 3° dans les Côtes-du-Nord, au Quiou; 4° dans le Maine-et-Loire : aux environs de Candé, aux abords de la vallée de l'Erdre.

Ces observations et l'étude des sables sur le terrain appellent les remarques suivantes :

1° Certains sables rouges doivent leur couleur, dans la zone des échanges, à l'altération de la glauconie, dont la présence n'avait pas été remarquée jusqu'alors à cause de cette altération.

2° Ces sables, qui ravinent les faluns vindoboniens, sont tantôt de même âge, tantôt plus récents que les faluns rédoniens rangés actuellement dans le Pliocène inférieur. Dans toute la zone étudiée les sables pliocènes doivent être en majeure partie marins, et la mer pliocène a dû avoir, comme l'indique M. Barrois [1], une grande extension en Bretagne, extension qu'il sera possible de préciser, surtout vers l'Ouest, en recherchant la glauconie des sables.

3° Les sables marins pliocènes ont remblayé sur une grande hauteur (dont le maximum constaté est actuellement de 96^{m} à Pancé) un relief antépliocène, exhumé depuis partiellement par l'érosion. L'ancienneté de ce relief est attestée par les placages de sables marins conservés au flanc de nombreuses barres grèseuses, en bordure de dépressions importantes, et même dans certaines cluses étroites.

4° Les matériaux de ce remblaiement ont été démantelés, ravinés, et repris au Quaternaire. Les terrasses de la Vilaine, par exemple, ont été fréquemment entaillées dans ces dépôts meubles remaniés en surface. Parfois les matériaux pliocènes ont dû être repris presque sur place, et les formations quaternaires sont formées, en grande partie, du lavage de dépôts antérieurs. Cette origine expliquerait la présence dans des formations considérées comme uniquement alluvionnaires et récentes (au Sud-ouest de Rennes par exemple) de fossiles roulés ne pouvant provenir que du Sud, dans le sens inverse du courant de la Vilaine, mais en direction de l'avancée de la mer pliocène.

---

(1) Ch. Barrois, *Sur les plages soulevées de la côte occidentale du Finistère* (*Ann. Soc. Géol. Nord*, 9, 1882, p. 259).

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de quatre incisives supérieures chez le* Mastodon (Tetrabelodon) turicensis *Schinz*. Note [1] de MM. **G. Pontier** et **R. Anthony**, présentée par M. Barrois.

L'un de nous (G. Pontier) a signalé en 1926 chez un Mastodonte du Miocène européen (*Tetrabelodon turicensis* Schinz), dont il possède dans sa collection l'hémicrâne droit presque entier avec la mâchoire inférieure complète (provenance : Villefranche d'Astarac, dans le Gers-Calcaire de Simorre-Helvétien-Miocène moyen), la présence d'un îlot bien isolé de dentine situé en dedans de la défense normale, et qu'il pensait pouvoir représenter un vestige de l'incisive I des anciens Proboscidiens.

Outre l'hémicrâne droit presque entier il existe, séparément, du même spécimen, la partie des deux intermaxillaires interposée entre les défenses. Ayant dégagé récemment cette portion de la région faciale, nous avons mis à jour une grande partie de la base de deux incisives supplémentaires, l'une droite, l'autre gauche.

Notre examen de la pièce en question nous a conduit aux constatations suivantes :

1° Il existe de chaque côté chez le *Tetrabelodon turicensis* Schinz de Villefranche d'Astarac une incisive supplémentaire placée en dedans de la défense normale;

2° Les deux incisives supplémentaires droite et gauche sont symétriques quant à leur disposition et identiques quant à leur forme;

3° Elles sont constituées, tout comme les défenses normales, d'un ivoire typique orthodentine avec stries d'Owen très accusées;

4° Elles émergent des intermaxilliaires un peu moins en avant que les défenses normales;

5° Elles sont, à un même niveau approximatif de la région basale, de beaucoup moindre diamètre (36^{mm} et 24^{mm}) que celles-ci (112^{mm} et 101^{mm});

6° Elles suivent un trajet tel que, très écartées à leur racine, elles se rapprochent de plus en plus en allant vers leurs pointes;

7° Elles ont une courbure à concavité supérieure, comme les incisives de la mandibule et non pas à concavité inférieure comme les défenses supérieures normales;

8° Elles présentent une gouttière longitudinale interne très accusée dont l'inflexion intéresse toutes leurs couches constitutives.

Ajoutons enfin qu'on doit les considérer comme étant, ainsi que les défenses normales, aussi bien inférieures que supérieures, des dents à croissance continue.

---

(1) Séance du 25 novembre 1929.

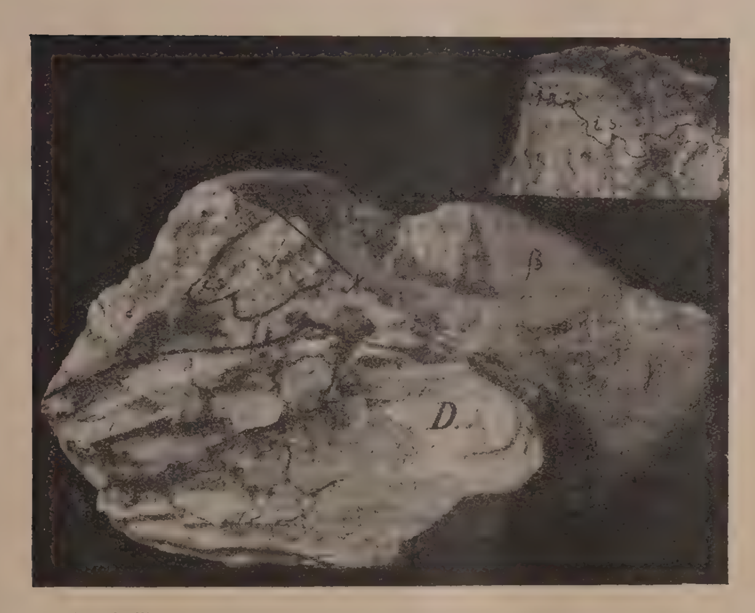


Fig. 1. — Portion de l'intermaxillaire interposée entre les défenses. Vue latérale droite $^1/_3$ de grandeur naturelle. La place occupée par la défense D a été cernée d'un trait noir; elle est encore garnie de nombreux et importants fragments de dentine. Le fragment de l'incisive supplémentaire *is* a également été cerné d'un trait noir; la dent se trouve sectionnée obliquement et l'on peut voir dans la dentine l'inflexion produite par la gouttière longitudinale interne. — α, β, γ soutiens en plâtre destinés à consolider la pièce suivant son bord supérieur gauche et en avant; *xy* direction de la section qui a été pratiquée dans l'incisive supplémentaire pour montrer la gouttière longitudinale interne et qui est réprésentée en grandeur naturelle dans le coin supérieur droit de la figure. Sur cette seconde représentation, la limite de la section du côté externe est marquée d'un trait plein et la limite de l'incisive supplémentaire *is* par rapport à la gangue G est indiquée par une série de points.



Fig. 2. — Essai de reconstitution du *Tetrabelodon turicensis* Schinz de Villefranche d'Astarac (inspiré de la reconstitution du *Tetrabelodon augustidens* Cuv. par O. Abel).

Des récentes recherches de l'un de nous (R. Anthony), il ressort que la défense supérieure *Elephantidæ* doit être assimilée, non pas à l'incisive 2, comme tout le monde s'accorde à le faire, mais à l'incisive 3 des anciens Proboscidiens (*Mœritherium*), leur prétendue incisive de lait qui se développe en avant et en dehors de la défense étant l'incisive 2 restée rudimentaire et qui disparaît de bonne heure; l'incisive supplémentaire interne du *Tetrabelodon turicensis* Schinz ne peut donc représenter que l'incisive I.

Tant qu'on n'aura pas eu l'occasion d'examiner la région intermaxillaire d'un autre spécimen bien conservé de cette espèce, il sera impossible de dire si la présence de deux incisives supérieures constitue un caractère normal du *Tetrabelodon turicensis* Schinz, ou si, au contraire, nous sommes en présence ici d'une très curieuse et exceptionnelle anomalie. La bilatéralité de la disposition et sa parfaite symétrie tendent pourtant à faire admettre la première de ces deux suppositions.

Nous avons cru bien faire en donnant un essai de reconstitution de la tête du *Tetrabelodon turicensis* Schinz de Villefranche d'Astarac; il est simplement destiné à mieux faire comprendre la disposition que nous venons de décrire.

CRYPTOGAMIE. — *Les préliminaires de la germination des spores dans le genre* Elaphomyces. Note de M. **Georges Malençon**, présentée par M. L. Mangin.

La germination des spores des champignons hypogés ascosporés n'a pas été souvent observée. Pour les *Elaphomyces* en particulier, les seules données que nous possédions résident dans les travaux de Hesse [1]. Malheureusement, il est hors de doute que cet auteur s'est abusé sur ses observations et qu'il a incorporé à son sujet une multitude de faits qui lui étaient étrangers.

Devant l'insuffisance de ces renseignements nous avons désiré nous rendre compte des faits par nous-même. Bien que les essais de germination que nous avons entrepris dans cette intention ne nous aient pas encore donné de résultat positif, les spores mises en expérience ont déjà montré dans leur structure des modifications profondes qu'il nous paraît intéressant de signaler, car elles marquent un premier acheminement vers le but que nous poursuivons.

---

[1] Hesse, *Die Hypogaeen Deutschlands*, II, p. 105 et 106.

D'ordinaire chez les champignons la plus grande partie du volume de la spore est réservée au plasma; chez les *Elaphomyces* on est, au contraire, surpris de l'espace extrêmement restreint qu'il emprunte. Quelle que soit l'espèce envisagée c'est, dans la spore libérée de sa thèque, une petite masse contractée, en laquelle il semble que toute activité soit éteinte, formant un nucléus central, amorphe, de 6 à $6^{\mu},5$ de diamètre. Autour se trouve une tunique incolore d'une épaisseur exceptionnelle puisqu'elle atteint $6^{\mu},5$ et qui constitue à elle seule la plus grande partie de l'organe. Enfin, à la périphérie, l'épispore vient enfermer le tout dans une croûte épaisse de 2^{μ}, dure, cassante, colorée et de structure complexe.

Dans l'*Élaphomyces variegatus* Vitt. sur lequel a surtout porté notre étude, ces spores offrent l'apparence de sphères de 18 à 24^{μ} de diamètre, à surface brun noir un peu rugueuse. L'eau les pénètre difficilement, aussi quand on les place dans un milieu humide restent-elles quelque temps sans manifester de réaction appréciable. Au bout d'une quinzaine de jours cependant, de sensibles changements se manifestent dans la plupart d'entre elles : le plasma a pris l'aspect d'une petite sphère de substance fluide très granuleuse limitée par une membrane incolore et, dans la partie qui lui est contiguë, l'épais revêtement hyalin s'est transformé en une molle gelée translucide.

La gélification s'étend par la suite à toute la masse du revêtement et bientôt celui-ci commence à subir au niveau de la membrane qui le sépare du protoplasme une digestion excessivement lente, à marche centrifuge, qui le fait disparaître graduellement. Alimentée par cette substance qu'elle s'assimile et qui, de ce fait, lui cède peu à peu de son volume, la poche plasmatique occupe une place toujours plus importante dans la spore; quelques fines granulations huileuses s'y montrent et se réunissent de bonne heure en globules plus visibles.

Après deux à trois mois d'un lent travail tout le revêtement hyalin est absorbé. Le plasma a perdu son apparence granuleuse, il est limpide, renferme une unique et volumineuse gouttelette d'huile et sa membrane est en contact avec l'épispore.

Avec leur enveloppe protectrice colorée, doublée d'une endospore mince et hyaline qui enferme un plasma abondant, les spores ressemblent maintenant à celles de la majorité des champignons. Parvenues à ce point, celles que nous avons mises en observation restent depuis plusieurs semaines sans montrer de nouveaux progrès. Un tel arrêt d'activité nous autorise à penser que le phénomène dont nous venons de décrire le processus n'appartient

pas à la germination et constitue plus vraisemblablement la phase ultime de la maturation. Celle-ci peut se poursuivre longtemps après la disparition des thèques, grâce aux réserves nutritives que la spore emporte autour de son plasma sous forme de l'épaisse tunique incolore dont nous venons de préciser le rôle et d'étudier la destinée. On a ici un achèvement d'évolution postérieur à l'existence du tissu fertile et similaire à celui déjà connu des *Sclérodermés*, dont les spores terminent leur développement après l'évanescence des basides. Toutefois, dans ce dernier groupe, la spore poursuit sans arrêt son organisation et n'entre en repos qu'après être parvenue à complète maturité.

Dans les *Elaphomyces*, au contraire, lorsque la thèque se détruit, l'ascospore n'utilise pas immédiatement les importantes réserves nutritives qu'elle emporte sous sa membrane; elle achève seulement de différencier son épispore et suspend aussitôt après son activité. Ce n'est que plus tard, après une période de sommeil qui lui est favorable pour supporter les rigueurs de la mauvaise saison, qu'elle reprend le cours momentanément interrompu de sa formation. La maturation a donc lieu en deux étapes bien séparées; la première s'effectue à l'intérieur de la thèque et la spore, une fois libre, doit encore accomplir la seconde avant de pouvoir produire le nouveau mycélium.

Par ailleurs, la disparition des réserves laisse le plasma beaucoup plus vulnérable en le privant de l'épaisse tunique qui le protégeait dans la spore au repos. Aussi croyons-nous que la germination doit suivre la maturité parfaite dans un délai relativement rapproché et que les deux phénomènes se commandent étroitement: c'est ce que nous nous efforçons de préciser dans les recherches que nous poursuivons.

Il ressort donc de nos observations que les spores des *Elaphomyces* offrent la particularité de se séparer des thèques avant le terme de leur évolution, qu'elle supportent ensuite une longue période d'inertie et, grâce à des réserves nutritives abritées sous leur épispore, qu'elles peuvent achever ultérieurement leur développement afin d'être aptes à remplir, au moment opportun, leurs fonctions germinatives.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La teneur en acide cyanhydrique des* Lotus. Note [1] de M. **Paul Guérin**, transmise par M. L. Mangin.

A la suite de nos recherches [2] et de celles des auteurs qui nous ont précédé sur la question, on sait aujourd'hui que l'acide cyanhydrique, à l'état de glucoside, est assez largement répandu dans le genre *Lotus*; on ne compte actuellement pas moins de quinze espèces possédant ce caractère. Nous avons effectué le dosage de l'acide cyanhydrique chez une douzaine d'entre elles et ce sont les résultats obtenus qui font l'objet de cette Note.

Chacune de nos opérations a porté, le plus souvent, sur 25^g de tiges feuillées qui, finement broyées, ont été mises à macérer durant 24 heures, dans 250^{cm^3} d'eau, à la température de 20-22°, dans un ballon pyrex de 1^l. Il a été procédé ensuite à la distillation jusqu'à obtention de 80^{cm^3} environ de liquide. Le distillat, dont quelques centimètres cubes sont réservés pour la formation du bleu de Prusse, a été titré au moyen de la solution décinormale d'azotate d'argent.

L'acide cyanhydrique a été rencontré dans tous les échantillons de *L. corniculatus* L. examinés, quelle que soit leur provenance, mais en quantité très variable, en rapport, semble-t-il, avec les nombreuses formes que présente cette Légumineuse et sa dispersion aux diverses altitudes.

Récoltée au Croisic, dans les dunes limitrophes des marais salants ou des falaises, la plante n'a fourni qu'une très faible quantité d'acide cyanhydrique, $0^g,02$ et $0^g,04$ par kilogramme de plante fraîche [3]. Nous n'avons obtenu que $0^g,086$ avec le *L. corniculatus* L. du col de Lhéris (1380^m d'altitude, près Bagnères-de-Bigorre) et $0^g,108$ avec celui du Soum de Monpelat (2474^m, près du lac d'Orédon, Hautes-Pyrénées). Des échantillons de la même espèce cultivée sur le plateau d'Asiago (1400^m environ, Italie du Nord) n'ont accusé que $0^g,16$ d'acide cyanhydrique. Mais la teneur en principe cyanhydrique du *Lotus* cultivé à Paris, ou provenant de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne, du Loir-et-Cher, de la Loire-Inférieure, de la Somme, est en général plus élevée, le plus souvent supérieure à $0^g,25$, les plus forts rendements observés étant $0^g,324$ et $0^g,334$ [4].

---

[1] Séance du 25 novembre 1929.

[2] Paul Guérin, *L'acide cyanhydrique chez les* Lotus (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1158).

[3] Les quantités d'acide cyanhydrique mentionnées sont celles que fournit 1^{kg} de tiges feuillées, à l'état frais.

[4] H. E. Armstrong, E. Frankland Armstrong et Edw. Horton ont également constaté (*Proceedings of the Royal Society of London*, B, 84, 1911-1912, p. 471-

Le *Lotus Jacobœus* L. (du jardin botanique de Toulouse) n'a fourni que 0g,182 d'acide cyanhydrique, le *L. ornithopodioides* L. 0g,18 à 0g,25 et le *L. parviflorus* Desf. 0g,063 seulement. Chez les autres espèces étudiées, l'acide se rencontre en quantité plus élevée et supérieure à celle que donne le *L. corniculatus* L. (1).

Le *L. edulis* L., dont les graines encore jeunes sont comestibles et consommées comme les petits pois, semble être, parmi les *Lotus* qui ont fait l'objet de notre étude, celui dont les tiges feuillées renferment le plus d'acide cyanhydrique : 0g,702 (7 juillet), 0g,918 (20 juillet), 0g,756 (30 août), 0g,80 (15 octobre). Le *L. creticus* L. nous a donné, dans le courant de juillet, plus de 0g,60 d'acide cyanhydrique, 0g,45 à 0g,48 fin septembre, la proportion diminuant dans la suite pour atteindre 0g,35, le 16 novembre. Avec le *L. cytisoides* L. (*L. Allionii* Desv.), le rendement en acide cyanhydrique dépassait 0g,45 dans le courant de juillet et arrivait encore à 0g,26 au milieu de novembre.

Le *L. tenuis* Kit. peut être aussi considéré comme une espèce riche en acide cyanhydrique : 0g788 (fin août). Notons, chez le *L. filicaulis* Dur. 0g,533, chez le *L. mascaensis* Burchard 0g,463 et chez le *L. Requieni* Mauri 0g,29 à 0g, 36.

La recherche de l'acide cyanhydrique dans la racine fraîche nous a conduit à un résultat négatif avec les *L. corniculatus* L. et *L. edulis* L. Ce corps existe, au contraire, chez le *L. creticus* L, où nous avons pu en trouver, dans l'organe en question, jusqu'à 0g,453 par kilogramme, et aussi dans le *L. cytisoides* L. (0g,097, le 16 novembre).

Les observations relatives à la présence d'un glucoside cyanogénétique dans la corolle n'ont pu être poursuivies que chez le *L. corniculatus* L.

Privée du calice, des étamines et de l'ovaire, la fleur s'est montrée, à diverses reprises, plus riche en acide cyanhydrique que la feuille. Alors que des tiges feuillées provenant du Croisic ne contenaient que 0g,043 de ce principe, les pétales en accusaient 0g,189. Des échantillons d'Esbly (Seine-et-Marne) fournissaient, avec leurs feuilles, 0g,334 d'acide cyanhydrique alors que la corolle en renfermait près de 0g,80. Des feuilles de *L. corniculatus* L. récoltées à la fin de septembre à Doullens (Somme) donnaient 0g,25 alors que, dans les pétales, on constatait une dose d'acide cyanhydrique supérieure à 0g,40.

A leurs divers états de développement, la gousse, l'ovule et la graine se montrent, chez cette espèce, privés de principe cyanogénétique.

---

484) d'importantes variations quantitatives de l'acide cyanhydrique chez le *Lotus corniculatus* L. Des échantillons provenant de Norvège et d'Écosse se sont montrés totalement dépourvus de ce corps, comme conséquence peut-être, d'après eux, du climat. Les résultats que nous avons obtenus avec le *Lotus* des Pyrénées font songer également à une influence possible de l'altitude, et par conséquent, de la température, sur la teneur en glucoside cyanhydrique.

(1) Les espèces autres que le *L. corniculatus* L. ont été cultivées au jardin botanique de la Faculté de Pharmacie ou m'ont été procurées par M. le professeur Bois, du Muséum d'Histoire naturelle.

Les résultats consignés dans cette Note semblent bien indiquer que l'époque de la récolte joue un grand rôle dans la teneur en acide cyanhydrique et laissent supposer que le climat (voisinage de la mer, hautes altitudes) n'est pas sans avoir lui-même une grande influence, ce qui a d'ailleurs été constaté par divers auteurs, chez les plantes à glucoside cyanogénétique. De plus, les résultats, parfois dissemblables, constatés sur un même lot de plantes, du jour au lendemain, ne trouvent guère leur explication que dans les variations du milieu ambiant (température, temps sombre ou ensoleillé) et il n'est pas impossible, non plus, que la teneur en principe cyanhydrique se modifie au cours de la journée.

D'autre part, la durée de la macération et la température à laquelle elle s'opère peuvent être aussi de nature à apporter quelques différences dans les résultats obtenus. Ce sont là autant de questions auxquelles les observations que nous poursuivons nous permettront sans doute de répondre.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La chémothérapie des maladies des plantes par des colorants organiques.* Note de MM. **Georges Truffaut** et **I. Pastac**, présentée par M. L. Mangin.

Depuis longtemps les colorants organiques sont utilisés par les médecins et les vétérinaires, mais la chémothérapie des maladies des plantes était jusqu'à présent inexistante.

Les hyphes et les organes reproducteurs des champignons parasites se caractérisent souvent par un aspect velouté ou feutré à la surface des organes attaqués sur lesquels les solutions aqueuses roulent et glissent sans pénétrer. Or, nous avons constaté que des solutions convenables de certains colorants organiques non vitaux détruisent le protoplasme des champignons parasites, les tuent en les teignant, à la seule condition d'adhérer et de pénétrer.

Toutefois on peut remarquer que, quand il y a floculation, ces colorants cessent d'être actifs, ce qui confirme un fait classique en pharmacologie.

Pour choisir les colorants les plus efficaces, nous avons employé deux méthodes :

1° *Au laboratoire :* on introduit dans des cuvettes de verre, sans aucune précaution d'aseptie, le milieu de culture liquide de Raulin additionné d'une quantité variable de colorant à étudier. On immobilise le milieu par addition de gélose; on ensemence avec *Rhizopus nigricans* et *Penicillium glaucum.*

deux moisissures très résistantes aux agents chimiques. Le développement se fait, dans les cuvettes témoin, avant 48 heures.

Nous avons constaté que certains colorants inoffensifs pour les animaux supérieurs, tels que le tétraméthyldiaminotriphénylchlorométhane (vert solide, vert diamant, malachite, etc.), entravent tout développement jusqu'à la dilution de $\frac{1}{25\,000}$.

Sur des plantes parasitées, les solutions des colorants appliquées seules pour détruire les champignons parasites se montrent inefficaces. La tension superficielle de l'eau étant trop élevée, les solutions colorées n'adhèrent pas aux tissus parasités. Nous avons tenté d'associer les colorants actifs à des substances déjà utilisées et abaissant la tension superficielle de l'eau tels que savons, mélasses, sulforicinates, etc. qui se sont montré inapplicables parce que trop sensibles aux influences chimiques.

Parmi les nouveaux adhésifs récemment introduits dans l'industrie chimique (brecolane, eucarnite, florhanine, hélion, iporite, léonyl, nékal, néomerpine, nilo, etc.), certains ont montré des particularités remarquables (résistance à la chaux, aux acides). On trouve parmi ces produits des substances qui, abaissant suffisamment la tension superficielle de l'eau, permettent de colorer et de tuer les champignons parasites.

2° *Dans la nature ;* Nous avons traité, avec de telles solutions dans les conditions normales des cultures en plein air, en pulvérisation, le blanc du rosier (*Sphærotheca pannosa*), le blanc du pois (*Erysiphe Polygoni*), le blanc du chêne, toutes maladies particulièrement tenaces.

Nous avons constaté qu'un grand nombre de colorants, efficaces contre ces parasites, provoquaient des brûlures sur les parties saines des feuilles, par exemple l'hexaméthyltriaminotriphénylchlorométhane (pyoctanine bleue, violet, cristallisé, etc.). Certains autres tels que le tétraméthyldiphénylméthylèneiminohydrochloré (pyoctanine dorée, auramine, etc.), tuent les parasites et ne déterminent aucune action nocive sur la plante hôte.

L'intérêt de ces premières constatations faisant entrevoir la curabilité des maladies des plantes nous a amené à traiter par cette méthode le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium de la vigne.

Après de nombreux essais dans les vignobles du Gard, en 1929, nous avons constaté que le mildiou était moins résistant aux colorants organiques que les divers blancs et que les *Rhizopus* et *Penicillium*. Par exemple le tétraméthylediphénylméthylèneiminohydrochloré (auramine) qui, vis-à-vis du *Rhizopus* s'est montré à peine efficace dans les dilutions au $\frac{1}{1000}$, détruisait encore le *Penonospora* en solution au $\frac{1}{3000}$.

Le premier traitement du mildiou avec de telles solutions colorées détruit les conidiophores, les conidies et le mycélium teints, même à l'intérieur des tissus parasités. La feuille porte, après traitement, des taches colorées à bords nets correspondant aux parties parasitées. Les parties non parasitées ne prennent pas le colorant.

Dans ces conditions de grande virulence, trois jours après le premier traitement, apparaissent à la périphérie des taches colorées de nouveaux conidiophores isolés non colorés. Il convient de procéder immédiatement à un deuxième traitement.

Ce deuxième traitement est curatif et suffit, sauf dans des cas de virulence extraordinaire où il en faut trois successifs. La feuille guérie continue ses fonctions, les parties colorées se subérisent.

En ce qui concerne l'*Oïdium Tuckeri*, la même méthode de traitement a donné des résultats plus intéressants encore. Il nous a été possible de guérir (disparition de l'amertume et de la dureté), dès le premier traitement, des grappes de raisin dont tous les grains n'étaient pas encore développés, mais dont certains étaient déjà fendus sous l'influence de l'oïdium. L'oïdium des feuilles disparaît au premier traitement. Le traitement des deux maladies peut être simultané.

Nous avons appliqué avec le même succès notre méthode au traitement des grains de blé parasités par les caries (*Tilletia fœtens* et *Tricili*). L'immersion des grains parasités dans les solutions colorées adhérentes, pendant deux heures, suivi d'un séchage à l'air, a montré la destruction complète, par teinture, des spores de la carie et une totale inocuité vis-à-vis des facultés germinatives des grains traités.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'action des graines germées dans l'alimentation.* Note (¹) de M. **Laurent Raybaud.**

Depuis une dizaine d'années, j'étudie l'action des graines germées dans la nourriture des animaux domestiques. Cette action, pour la plupart d'entre eux, est remarquablement tonique (²). J'ai voulu connaître si les graines germées auraient la même influence dans l'alimentation humaine.

(¹) Séance du 25 novembre 1929.

(²) L. Raybaud, *Emploi de l'avoine germée comme reconstituant des chevaux malades* (*C. R. Soc. Biol.*, **92**, 1925, p. 437); *Sur la valeur alimentaire de l'avoine germée* (*ibid.*, **94**, 1926, p. 665).

Les expériences entreprises depuis environ huit mois, m'ont engagé à faire connaître, dès maintenant, les résultats acquis, car ceux-ci permettent d'affirmer que les graines germées jouent un rôle tout aussi important sur les hommes que sur les animaux, et qu'elles paraissent agir à des doses très faibles, lorsque le mélange de graines est convenablement choisi. Les mélanges expérimentés, surtout composés de graines de céréales, sont déjà très efficaces à la dose quotidienne de 5 à 30^g suivant l'âge de l'individu. Cette dernière constatation est importante, les graines germées étant d'une digestibilité difficile.

Pour permettre d'utiliser ces graines germées, lorsqu'il s'agit de l'homme et même de certains animaux, il est indispensable qu'elles soient d'une aseptie parfaite. Le germoir à stérilisation automatique de laboratoire réalise ces conditions. Il fonctionne, dans les lieux convenablement chauffés, sans dépense d'énergie, en transformant un écoulement d'eau excessivement faible et partant très économique en un écoulement intermittent régulier beaucoup plus abondant. Grâce à ces chutes d'eau alternées et régulières, qui remplissent et vident automatiquement les cuves à germination, les graines sont mouillées, aérées, et par surcroît stérilisées, car un dispositif spécial permet à chaque mouillage de mélanger à l'eau le liquide désinfectant dans les proportions voulues [1]. Ces graines remplacent avec des avantages évidents les décoctions de céréales, dont les propriétés sont indiscutées [2], car ces graines en germination possèdent toutes les vitamines principales connues en pleine activité, et leur action est remarquable, lorsqu'elles sont prises telles quelles à la sortie du germoir. Les individus rachitiques, scrofuleux, affaiblis, nerveux ou convalescents, qui peuvent en faire usage aux doses indiquées, sentent dans les 15 à 20 jours de ce régime alimentaire, leurs forces revenir; le visage est sainement coloré, les yeux s'animent, les fonctions intellectuelles s'accentuent, l'augmentation de poids est très sensible. Chez des enfants rachitiques, de 3 à 8 ans en particulier, dont le poids restait presque stationnaire, l'augmentation normale de ce poids a été brusquement décuplée. Je puis même ajouter que l'usage journalier de ces graines germées augmente notre résistance aux infections parasitaires. Ce fait est très remarquable en hiver où nous prenons peu d'aliments frais.

---

(1) L. Raybaud, *Germoir de laboratoire à stérilisation automatique* (*Revue générale de Botanique*, 40, 1928, p. 192).

(2) Maurice Springer, *Vitamines et décoctions de céréales* (*Académie de Médecine*, 89, 1923, p. 61).

Il était donc important de pouvoir faire absorber volontiers ces graines germées avec leurs vitamines, leurs diastases, leurs acides aminés et tous leurs éléments nutritifs dans les meilleures conditions de conservation. J'y suis parvenu, en les broyant et les mélangeant à froid avec des pâtisseries, qui sont confectionnées de telle sorte qu'une couche externe imperméable assure toutes les propriétés alimentaires des graines pendant environ deux semaines, ce qui est plus que suffisant pour permettre de les livrer à la consommation. Dans les hôpitaux, les sanatoria, les preventoria, les maternités et les crêches, les graines germées aseptiques et au besoin leur suc frais seront le complément indispensable d'une alimentation rationnelle. Il suffit d'expérimenter cette méthode si simple pour être convaincu de sa valeur.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un type nouveau de Poisson fossile provenant du nord de Madagascar.* Note [1] de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. H. Douvillé.

Les formations permo-triasique du nord de Madagascar (région des Monts Andavakoera) ont fourni une abondante et magnifique faune de Poissons, grâce aux recherches de plusieurs explorateurs et géologues, parmi lesquels il convient de citer tout particulièrement MM. Gillot, Merle, Waterlot et Bésairie.

Cette faune ichthyologique, qui vient se placer stratigraphiquement entre celle du Permo-Carbonifère bien connue en France, en Europe centrale et en Angleterre, et celle du Trias moyen décrite du Spitzberg par E. A. Stensiö dans deux Mémoires fondamentaux, nous révèle des types de structure entièrement nouveaux et des associations de caractères imprévues sur des pièces remarquablement conservées et appartenant à des groupes variés. Son étude éclaire singulièrement l'histoire des Poissons ganoïdes et renouvelle maints problèmes d'Anatomie comparée.

Pour préciser ce qui va suivre, je rappelerai que l'on distingue très généralement, dans l'ensemble des Poissons ganoïdes, deux grands groupes : les Chondrostéens et les Holostéens. Les Chondrostéens peuvent être définis, entre autres caractères, par l'articulation du maxillaire avec le préopercule, par l'absence d'interopercule, et par des nageoires impaires dont le squelette interne comprend le plus souvent un plus grand nombre de rayons que le squelette externe. On passe de ce groupe à celui des Holostéens par les modifications suivantes : le maxillaire perd toute connexion avec le

(1) Séance du 25 novembre 1929.

préopercule, les rayons externes et internes des nageoires dorsale et anale sont toujours en même nombre.

Dans son étude sur les Poissons fossiles de Madagascar, Priem a décrit [1], sous le nom de *Semionotus Labordei*, deux formes distinctes qui ne peuvent être en réalité rapportées à ce genre. Je me bornerai dans cette Note à l'examen de l'exemplaire représenté sur la planche VI, (*fig.* 1), du Mémoire de Priem, et pour lequel je propose le nom générique de *Parasemionotus*.

Par un grand nombre de caractères, cette forme est intermédiaire aux Chondrostéens considérés dans la famille des Paléoniscidés et aux Holostéens de la famille des Sémionotidés. Comme chez les Paléoniscidés, le maxillaire vient en contact avec le préopercule; il y a un interopercule comme chez les Holostéens et un prémaxillaire tout à fait comparable à celui du représentant actuel de ce groupe, le genre *Amia* de l'Amérique du Nord. La queue est très faiblement hétérocerque, les nageoires impaires sont de type holostéen.

Mais, par d'autres points, *Parasemionotus* se rapproche de formes encore plus évoluées que les Sémionotidés : la présence d'un supramaxillaire, la structure de la mandibule rappellent les Eugnathidés jurassiques et même des Téléostéens actuels.

Cette curieuse association de caractères fait de ce genre nouveau un type très différent de tous les Chondrostéens et Holostéens décrits jusqu'à ce jour. Il n'entre dans aucune famille connue.

L'articulation du maxillaire avec le préopercule, qui nous paraît être, parmi les caractères énumérés, le plus important, conduit à placer le genre *Parasemionotus* dans le groupe des Chondrostéens. Nous aurions ainsi un nouvel exemple de la grande variabilité morphologique de ce groupe, qui reproduit, tout en gardant son individualité, des types de structure que l'on croyait caractéristiques des groupes de Poissons plus élevés.

Au point de vue anatomique, l'étude de cette forme est non moins intéressante. L'interopercule, sur la signification morphologique duquel on a beaucoup discuté, depuis le débat célèbre entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, nous apparaît comme un rayon branchiostège modifié; la cavité trigémino-faciale s'ouvre au-dessus d'un canal pour les muscles droits de l'œil (myodome) de petite taille; le crâne primordial est bien ossifié, sans qu'il soit possible de déterminer des traces de suture. Un pareil développe-

---

(1) *Annales de Paléontologie*, 13, 1924, p. 114.

ment de l'ossification vient confirmer un fait qui, depuis les travaux de Stensiö et de Watson, s'avère comme très général chez les Vertébrés inférieurs : dans un groupe déterminé, les formes géologiquement les plus anciennes sont celles qui ont le crâne primordial le plus ossifié.

PHYSIOLOGIE. — *Action des substances minérales sur le métabolisme azoté endogène*. Note de M. **Émile P. Terroine** et M[lle] **Thérèse Reichert**, transmise par M. d'Arsonval.

Depuis que Voit, en 1860, a déclaré que l'adjonction de NaCl à l'alimentation entraînait une légère augmentation de la destruction des protides, de multiples études ont été faites sur l'influence des sels neutres, dont l'introduction ne menace pas l'équilibre acide-base de l'organisme, sur le métabolisme azoté. Mais d'une part ces travaux (Salkowski et Munk, Mayer, Dubelir, Pugliese, Pugliese et Coggi, Meraczewski, Straub, Gruber, Belli, Peschek, Abderhalden) aboutissent à des résultats souvent contradictoires; d'autre part, sauf la seule étude de Abderhalden, elles ne peuvent permettre aucune conclusion certaine, les sujets expérimentés n'étant pas placés au niveau de la dépense azotée endogène.

L'étude systématique du retentissement du métabolisme minéral sur le métabolisme azoté que nous avons entreprise exigeait tout d'abord une réponse précise quant à l'action exercée par les divers sels le plus souvent présents dans l'alimentation sur le métabolisme endogène. Pour obtenir cette réponse, nous avons opéré de la manière suivante :

Des rats adultes reçoivent une alimentation à peu près complètement déminéralisée, ne contenant pas de matières protéiques, mais couvrant largement les besoins énergétiques. Cette alimentation est ainsi constituée : amidon de riz déminéralisé par le procédé Wolf-Fernbach, 85; extrait de malt, 5; huile de foie de morue, 2; sciure de bois lavée, 8; quelques gouttes de jus de citron. Cette ration, administrée pendant une semaine au moins, permet de déterminer la valeur de la dépense azotée endogène en l'absence d'ingestion minérale. Pendant une autre semaine, la même ration est donnée, mais additionnée du sel ou du mélange de sels étudiés.

Nous avons examiné : d'une part, un mélange salin complexe qui couvre la totalité des besoins minéraux de l'organisme (NaCl, 11,6; KCl, 10,4; PO^4HK^2, 23,2; CO^3NaH, 2,9; SO^4K^2, 1,8; citrate de chaux, 34,8; citrate de magnésie, 9,4; citrate de fer, 5,8) et dont l'un de nous a préa-

lablement signalé les effets remarquables sur la croissance; d'autre part, les principaux éléments constituants de ce mélange et dans la quantité dans laquelle chacun d'eux est présent dans le mélange.

Nous donnerons dans un prochain Mémoire la totalité des résultats; on trouvera dans le tableau ci-dessous une expérience type pour chaque corps examiné.

	Dépense azotée endogène par kg-24 heures.		Variation en pour 100 du métabolisme azoté endogène lors de la présence de sels.
	Période sans sel.	Période avec sel.	
Mélange salin complet........	0,369	0,273	—26
NaCl........................	0,516	0,364	—29
KCl.........................	0,365	0,347	— 4
PO^4HK^2....................	0,410	0,320	—21
Citrate de chaux.............	0,500	0,416	—20
Citrate de magnésie..........	0,502	0,493	— 2
Citrate de fer................	0,481	0,518	+ 7

Des valeurs ci-dessus rapportées, il est facile de voir que les matières minérales se comportent différemment suivant leur nature : les unes (NaCl, PO^4HK^2, Ca) permettent une économie très importante de la dépense azotée; les autres (KCl, Mg) sont sans action sensible; enfin, le fer augmente cette dépense. La présence de certains sels neutres peut donc exercer une influence importante sur le métabolisme endogène de l'azote.

En même temps qu'elle nous apporte une nouvelle preuve de la liaison des métabolismes, cette constatation montre que, parmi les différentes conditions à réaliser pour atteindre le niveau véritable du minimum d'azote, un certain apport salin doit être assuré, apport salin précisé en nature et en quantité. Le mélange salin complexe, ici étudié, ajouté à raison de $1^g,5$ par 10^g de ration alimentaire abaisse en effet de 26 pour 100 le taux de la destruction endogène des protides.

Comment expliquer une influence aussi importante d'une substance minérale (NaCl est aussi efficace à lui seule que le mélange salin complet) sur l'usure des tissus? Ne devrait-on pas, en particulier, rapprocher les résultats présentement rapportés de très intéressantes observations de Léon Blum et P. Grabar qui voient augmenter le taux de l'urée sanguine chaque fois qu'il y a appauvrissement de l'organisme en NaCl? Nous espérons de nos travaux en cours, la compréhension du mécanisme de cette action saline.

EMTOMOLOGIE. — *Les Acridiens migrateurs en Afrique française au cours de l'année* 1929. Note de M. **P. Vayssière**, présentée par M. P. Marchal.

Les invasions acridiennes que les territoires français ont subi en 1929 ont permis de faire des constatations intéressantes concernant la répartition géographique des espèces migratrices.

Le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forsk.) a en Asie et en Afrique une aire de distribution particulièrement étendue surtout dans les régions orientales de ce dernier continent. Or, j'ai reçu des adultes roses (immatures) de l'Oubangui-Chari (A. E. F.). Ces insectes avaient été récoltés en janvier dernier dans des essaims extrêmement compacts qui atteignirent le 5° latitude nord. La direction des vols à l'arrivée était nettement NE-SW avec parfois un retour en sens inverse sans avoir commis de déprédation dans les régions les plus méridionales. Cette observation qui me fut communiquée par une Société agricole coloniale est de toute première importance, car le Criquet pèlerin, à ma connaissance, n'avait jamais été identifié en Afrique équatoriale française sauf dans la région du Tchad (15° l. N. environ 1000^{km}, au Nord). Doit-on supposer en l'absence totale de documentations que les vols observés près de l'équateur se sont formés à proximité de ce dernier lac où déjà Künckel d'Herculais localise un centre de multiplication? Ou bien, ces essaims proviennent-ils d'individus isolés (*S. gregaria*, ph. *flaviventris* Burm.) qui ont trouvé sur places des conditions favorables au passage à la forme grégaire et migratrice?

Des questions analogues se posent également au sujet des bandes acridiennes d'une autre espèce qui se sont montrées particulièrement nuisibles « dans tout le Soudan français et principalement dans les cercles en bordure du Niger au-dessous de Bamako » (Coleno, *in litt.*). Mon correspondant m'adresse des spécimens capturés dans un vol très important à Ségou le 31 octobre. Il s'agit typiquement de *Locusta migratoria*, ph. *migratorioides* Rch et Frm. Or, cette espèce n'avait jamais été signalée en Afrique occidentale française sous une forme grégaire qui avait été précédemment observée au Cameroun et au Togo. A Madagascar, elle est très active depuis quelques années et sa localisation insulaire lui a fait acquérir des caractères particuliers (*Locusta migratoria* var. *capito* Sauss.; Zolotarewsky, 1929).

La présence dûment constatée de cet Orthoptère grand migrateur au

Soudan français où, jusqu'à ces dernières années, on croyait ne rencontrer que *Schistocerca gregaria* est assez troublante et nécessite des recherches spéciales destinées à préciser en particulier l'origine des vols observés. Évidemment, on connaît déjà dans la même région des Acridiens solitaires et sédentaires qui correspondent à *L. migratoria*, ph. *danica* L. mais rien ne nous permet aujourd'hui d'établir pour le Soudan une relation de passage entre les *danica* du pays et les vols de *migratorioides* dont il vient d'être question.

Dois-je rappeler pour mettre en lumière la grande complexité du problème acridien en Afrique occidentale française que les insectes récoltés par J. Mimeur en 1922 et 1923 dans des essaims observés sur les territoires de Kayes et de Tambouctou n'étaient également pas des *S. gregaria* comme on le croyait alors, mais des *Anacridium mœstum* Serv., ss-esp. *melanorhodon* Walk. Cet Orthoptère n'avait jamais attiré l'attention en aucun point de son aire de distribution, fort vraisemblablement ainsi que le suggère Uvarov par le fait que l'on est en présence d'une espèce qui évolue vers la forme de grand migrateur, comparable à celle des deux espèces signalées dans les lignes précédentes.

Enfin, il ne faut pas oublier que l'Algérie et particulièrement le Maroc ont dû au printemps dernier soutenir une lutte énergique contre le Criquet marocain (*Dociostaurus marocanus* Thumb.) en mettant en œuvre tous les procédés de destruction que la routine locale et la science recommandent.

De très nombreux essaims de Criquets pèlerins sont, d'autre part, actuellement signalés en divers points de la zone d'extension connue de cet Insecte et plus particulièrement du Sahara et du Maroc méridional d'où ils menacent très sérieusement les régions nord-africaines.

L'ensemble de ces quelques faits concernant la distribution géographique des Acridiens montre que nous connaissons encore bien peu de choses sur les causes qui provoquent la formation des bandes migratrices : l'étude biologique de ces insectes se fait impérieusement sentir; elle permettra sans doute de prévoir dans l'avenir à plus ou moins longue échéance les invasions de Sauterelles. Aussi doit-on être reconnaissant à la Conférence nord-africaine de 1928 et à la Commission nationale d'étude des Calamités (novembre 1929), d'avoir émis le vœu qu'une mission scientifique soit d'urgence organisée afin de procéder à des recherches méthodiques sur l'évolution du Criquet pèlerin et des autres Acridiens migrateurs en écartant pour ce qui concerne cette mission toute préoccupation utilitaire de portée immédiate.

ZOOLOGIE. — *Sur le Chat sauvage de la Corse.*
Note de M. L. **Lavauden**, présentée par M. P. Marchal.

Aucun des auteurs qui ont écrit sur la faune mammalogique de la Corse n'y a signalé de Chat sauvage. Ni Forsyth-Major, ni Dehaut, ni L. Joleaud ne parlent de cet animal. En revanche, la présence dans cette île d'une espèce de Lynx a été plusieurs fois mentionnée. C'est à l'occasion de recherches que nous avions entreprises sur l'existence hypothétique du Lynx corse (¹) que nous avons reçu de M. Rey-Jouvin, professeur agrégé au Lycée de Bastia, la peau et le crâne d'un Chat sauvage femelle que nous avons reconnu appartenir à une espèce nouvelle. Nous l'avons nommée *Felis reyi* sp. nov. en l'honneur de l'auteur de cette très intéressante capture.

Ce Chat diffère absolument d'une part des formes du Chat sauvage de l'Europe continentale (*Felis silvestris* Schreb.), et d'autre part, chose tout à fait inattendue, du Chat sauvage de Sardaigne (*Felis sarda* Lataste).

Il diffère du premier par sa taille faible, son pelage très foncé, et la présence, aux pattes postérieures, de marques noires analogues à celles que présentent les Chats sauvages africains.

Il diffère du second, également par son pelage très foncé, par sa queue très courte, et par ses oreilles, dont le dos est brun foncé, *sans aucune trace de roux.*

Le Chat sauvage de Sardaigne est considéré par les auteurs, tantôt comme une espèce spéciale (²), tantôt comme une simple sous-espèce du Chat sauvage nord-africain (*Felis libyca* Forst.) (³), auquel il est, en tout état de cause, étroitement apparenté, alors que le Chat de Corse apparaît comme essentiellement différent.

Le *Felis reyi* est de taille relativement faible : longueur totale de la peau, $0^{m},85$. Poids : de 2^{kg} (petites ♀) à 5^{kg} (gros ♂) (⁴). La queue est courte

---

(¹) Existence que nous considérons aujourd'hui comme controuvée.

(²) Cf. Miller, *Catalogue of the Mammals of Western Europe*. Londres, 1912, p. 468.

(³) Cf. Trouessart, *Faune des Mammifères d'Europe*, Berlin, 1910, p. 101.

(⁴) Rappelons que le Chat sauvage de nos forêts françaises de l'Est peut atteindre jusqu'à 12^{kg}.

($0^m,27$). Le pelage est très foncé, ondé de gris et de brun, avec une ligne dorsale plus foncée, assez peu distincte. La face et les flancs sont lavés de roussâtre. Cette teinte se retrouve, sur tout le pelage, à la base des poils ; elle n'est pas visible si l'on n'écarte pas ceux-ci. La face plantaire des pattes postérieures présente une grande tache noire, s'étendant des doigts au talon. La partie postérieure des oreilles est brun noirâtre, très foncé. Le crâne est très voisin de celui du *Felis silvestris*.

Dimensions du type ♀ : longueur condylobasale, $0^m,080$; largeur totale (zygomatique), $0^m,070$.

Rappelons, du reste, que chez les Chats, les caractères crâniens et dentaires ont une faible valeur systématique ([1]).

Type ♀, Forêt d'Aunes des bords de la lagune de Biguglia (Sud de Bastia), février 1929. Nous déposerons ce type au Muséum national d'Histoire naturelle.

Deux autres peaux de cette espèce ont été adressées par M. Rey-Jouvin au Muséum de Grenoble (Isère).

D'après les renseignements communiqués par M. Rey-Jouvin et aussi par M. Rotgès, conservateur des Eaux et Forêts à Ajaccio, le Chat sauvage n'est pas extrêmement rare en Corse, et se rencontre partout, aussi bien en haute montagne, dans la forêt, que dans le maquis des collines ou les buissons de la plaine.

Il est sans doute très singulier qu'il n'ait pas été signalé jusqu'ici. Il faut sans doute attribuer ce fait à ce que l'animal est très méfiant, et fuit l'homme ; et aussi à ce que les chasseurs corses ne se donnent pas la peine de rechercher et de détruire un animal dont la fourrure n'a pas une grande valeur.

ZOOLOGIE. — *Le congre* caoutchouc. Note de M. **Ch. Pérard**, présentée par M. F. Mesnil.

On désigne, aux Halles de Paris, sous le nom de congre caoutchouc des poissons de l'espèce *Conger vulgaris* Cuv., présentant une altération spéciale qui s'observe uniquement sur les femelles adultes. Les animaux qui en sont atteints ont ordinairement la peau d'une coloration foncée, presque noire, le dos souvent bosselé, comme boursouflé, et une consistance caractéristique

---

([1]) Cf. Cabrera, *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23, 1923, p. 359; Note.

des masses musculaires. La chair du congre frais normal est d'une consistance ferme; ici au contraire la consistance rappelle celle du caoutchouc, d'où le nom qui est donné à ces poissons.

L'altération dont il s'agit n'est pas d'une grande fréquence. A certaines périodes de l'année, notamment en hiver, on peut en trouver 2 à 3 par semaine. Je n'en ai pas observé un seul cas en été.

Sur le marché, les congres caoutchouc sont très dépréciés. La chair examinée sur une coupe est cependant belle et parfaitement blanche, mais elle est humide. Après cuisson à l'eau bouillante, la chair reste blanche, mais la coupe est sèche. Le goût est celui du congre ordinaire.

L'examen microscopique du muscle ne permet d'apercevoir aucun parasite végétal ou animal. Les cultures de parcelles de tissu musculaire prélevées aseptiquement et ensemencées dans des milieux divers aérobies : bouillon ordinaire, bouillon-sang, bouillon de poisson, gélose ordinaire, gélose-sang; en anaérobies : gélose de Veillon, ne donnent lieu à aucun développement quand le poisson est frais.

D'après Smolensky, le tissu musculaire du congre normal contient en moyenne 71,45 pour 100 d'eau et 9,09 pour 100 de matières grasses, ce qui fait ranger le congre parmi les poissons gras.

Nos analyses de muscle de congre caoutchouc, faites en partie avec M. Guillerm, ont donné les moyennes suivantes :

Eau	86 pour 100
Graisse	$0^{gr},417$ »

La sole, la carpe et le brochet qui sont considérés comme étant des poissons essentiellement maigres, renferment une plus forte proportion de graisse. La consistance de caoutchouc semble donc être la conséquence de l'extraordinaire appauvrissement en graisse et de la richesse en eau du muscle qui, par ailleurs, a conservé son volume normal.

Quelles peuvent être les causes de ces modifications profondes de la composition du tissu musculaire?

L'examen des individus atteints de l'altération en question montre qu'il s'agit toujours de femelles dont les ovaires envahissent, et sur toute sa longueur, la plus grande partie de la cavité abdominale. On sait que le congre est énormément prolifique et que le nombre des œufs peut atteindre 8 millions par individu. On sait aussi (Mac Intosh et Masterman, 1897) que, contrairement à ce qui se passe chez la plupart des autres poissons, tous ces œufs deviennent mûrs en même temps, entraînant, au moment de la

maturité sexuelle, une énorme distention de la cavité abdominale et parfois la mort au moment de la ponte. Le poids total des ovaires mûrs peut dépasser le tiers du poids du poisson; Day relate même la mort, dans l'aquarium de Southport, d'une femelle pesant 15 livres et quart dont le poids des ovaires était de 7 livres.

Les ovaires de nos congres caoutchouc étaient composés d'un nombre incalculable d'œufs extrêmement petits, d'égale grosseur, mesurant, suivant les individus, de $0^{mm},25$ à $0^{mm},50$ de diamètre, noyés dans une quantité considérable de graisse. Il semble que toute la graisse de l'organisme se soit rassemblée dans l'ovaire pour participer à l'élaboration des éléments sexuels.

Tout ceci n'est pas sans rappeler ce qui se passe chez le saumon dont la reproduction a pu être l'objet d'études extrêmement précises. Par des expériences portant sur un grand nombre d'individus pêchés au cours de la migration de reproduction, dans les estuaires et dans les ruisseaux supérieurs où s'effectue la ponte, Noël Paton (1898) a mis en évidence les grands changements, surtout ceux qui concernent la graisse, qui se produisent dans l'organisme des reproducteurs pendant que celui-ci élabore les éléments sexuels.

Pour le congre, notre ignorance presque complète des conditions de la reproduction, des lieux de ponte et des migrations reproductrices possibles n'ont pas permis de faire des études du même ordre. Les observations que l'on peut faire sur les congres dits caoutchouc nous en paraissent d'autant plus intéressantes. Si l'on raisonne par analogie avec ce qui se passe chez le saumon, il ne semble pas douteux que l'altération du congre que nous signalons est le résultat de l'épuisement du muscle au bénéfice de l'ovaire dans lequel s'accumule la plus grande partie de la graisse.

Nos observations sont à rapprocher de celles de Cunningham qui, expérimentant sur des congres captifs dans le laboratoire de Plymouth, a constaté que les poissons qui meurent au cours de la maturité sexuelle ont subi une dégénérescence des tissus, une perte des dents et un ramollissement des os qu'il attribue en partie à l'inanition due à la captivité.

Pour nous, le congre caoutchouc ne semble pas être le résultat d'une altération pathologique, mais bien plutôt la conséquence de troubles d'ordre physiologique occasionnés par l'accumulation de réserves en vue du développement des éléments reproducteurs chez les femelles arrivées à l'état de maturité sexuelle.

On peut supposer que le nombre relativement petit de ces femelles cap-

turées est dû à ce que les frayères du congre, dont on ne connaît pas les emplacements, ne sont pas à proximité des lieux de pêche habituels.

Le fait qu'on n'observe pas de congres caoutchouc, c'est-à-dire de femelles reproductrices remplies d'œufs, aux Halles de Paris pendant les mois d'été, semblerait indiquer que ce poisson doit frayer au cours de l'hiver ou du printemps comme son proche parent l'anguille d'eau douce.

ZOOLOGIE. — *Étude cytologique de l'autofécondation chez* Limnæa auricularia *L.* Note de M. **Marc de Larambergue**, présentée par M. Caullery.

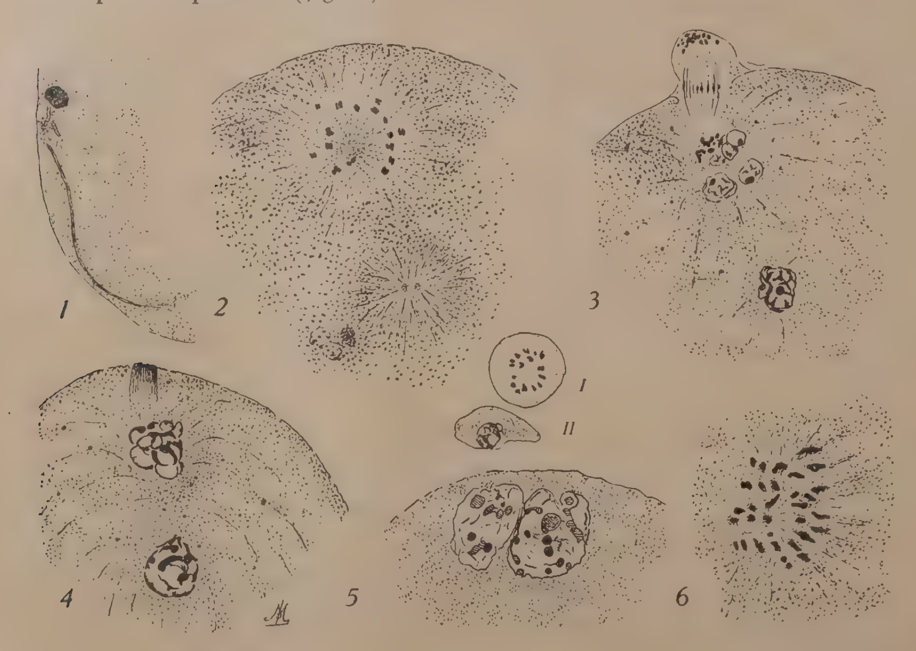
Depuis Oken (1817) on sait que les Limnées maintenues dès leur naissance dans des conditions excluant toute possibilité de fécondation croisée peuvent déposer des œufs viables. La possibilité d'une parthénogénèse, ou tout au moins d'une activation pseudogamique, avait été supposée par Pelseneer; la majorité des auteurs parlait d'autofécondation avec Colton. Restait à faire l'étude cytologique pour trancher cette alternative.

J'avais dans ce but, dès 1926, au cours d'autres occupations, élevé des *Limnæa stagnalis*, *palustris*, *auricularia*, en isolement et reconnu leur faculté d'autofécondation, lorsque E. D. Crabb, à la suite de recherches entreprises sur une plus vaste échelle, annonça la même conclusion, pour *L. stagnalis appressa* (1927) et *L. palustris* (1928); la priorité lui appartient donc sans conteste; mais je crois intéressant de décrire quelques stades de l'évolution du spermatozoïde dans l'œuf autofécondé de *L. auricularia*.

Lorsque l'œuf est pondu, sa vésicule germinative a déjà disparu, les chromosomes disposés à la périphérie du premier fuseau de maturation subissent une division hétérotypique. Dans le vitellus se rencontrent des fragments de la queue du spermatozoïde, dont la tête est devenue sphérique et se trouve encore presque en connexion avec l'un d'eux (*fig.* 1).

La première division de maturation aboutit à la formation d'un globule polaire sphérique, libre dans l'albumine entourant l'œuf. Je n'ai jamais observé la division de ce globule, dans lequel les chromosomes conservent longtemps une disposition circulaire (I, *fig.* 5). Pendant l'intercinèse, après une période de léger tassement, les chromosomes demeurés dans l'ovocyte subissent une division longitudinale et leurs deux moitiés restent groupées par paires; celles-ci, disposées en cercle au pôle animal, sont au nombre

de 16 [1] (*fig.* 2). Cependant les débris de queue du spermatozoïde ont achevé leur résorption, la tête subsistant seule devient plus difficile à identifier. A son voisinage, apparaît la première figure achromatique d'origine mâle que j'aie observée dans des œufs pondus; elle atteint sa taille maxima au cours de l'intercinèse, et se présente sous la forme d'un aster, parfois d'un petit amphiaster (*fig.* 2).



La deuxième division de maturation sépare les éléments chromosomiques individualisés pendant l'intercinèse. Le deuxième globule polaire (II, *fig.* 5) est le plus souvent réuni à l'ovule par un reste du fuseau (visible, *fig.* 4). Le pronucléus femelle s'organise au pôle animal, sous forme de caryomères contenant des granulations chromatiques, et dans le cytoplasme on voit maintenant le pronucléus mâle vésiculeux (*fig.* 3).

Ce dernier s'approche du pronucléus femelle, dont les vésicules se sont agglomérées en un amas grossièrement sphérique (*fig.* 4).

La copulation des pronucléi s'effectue au pôle animal et il devient malaisé de répartir en deux groupes, mâle et femelle, cet ensemble de caryomères.

---

[1] J'ai également trouvé 16 chromosomes (nombre haploïde) chez *L. stagnalis* et *palustris*.

Dans certains cas favorables, on parvient cependant à distinguer deux groupes légèrement différents par la colorabilité ou la structure; puis, les pronucléi se simplifiant, il ne reste plus que deux volumineuses vésicules accolées (*fig.* 5).

Le noyau de segmentation qui résulte de la fusion des pronucléi se résout bientôt en chromosomes, entraînés au centre de l'œuf sur le premier fuseau de segmentation. Leur numération devient difficile; on peut cependant en compter 32 dans la figure 6, qui montre un des groupes anaphasiques de la première division de segmentation.

Tous ces stades de l'évolution du spermatozoïde fécondant sont identiques à ceux que révèle l'étude des œufs pondus après accouplement. Le développement des œufs autofécondés est absolument normal; toutes les fois que j'ai laissé intactes des pontes de Limnées vierges, l'éclosion et la croissance des jeunes ont suivi leur cours régulier. Colton a pu obtenir 47 générations autogames successives de *Limnæa columella*.

Les Limnées ne sont pas seules capables de se reproduire ainsi; Brumpt [1] vient de signaler l'autofécondation chez *Bullinus contortus* et l'on connaît plusieurs espèces appartenant aux genres *Arion*, *Limax*, *Helix*, *Zonites*, *Physa*, *Planorbis*, *Ancylus*, douées d'une faculté semblable. Ces observations soulèvent un nouveau problème : préciser la part de l'amphimixie et de l'autofécondation dans la libre reproduction de ces Pulmonés qui, dans les conditions naturelles, s'accouplent.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Le pouvoir-tampon du sérum.* Note [2] de MM. **W. Arciszewski** et **W. Kopaczewski**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons constaté précédemment que la culture des microorganismes dans des milieux tels que les sucs des plantes ou le sérum de cheval, n'aboutit que tardivement à des modifications appréciables des caractères physicochimiques de ces milieux [3]. Ce pouvoir-tampon, du sérum en particulier, s'exerçait non seulement contre les ions H^+ ou OH^-, fait bien connu, mais aussi contre les autres ions et contre toutes substances tendant à modifier la tension superficielle.

---

(1) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1012-1015.

(2) Séance du 25 novembre 1929.

(3) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 635.

Étant donnée l'importance de cette constatation, nous en avons repris l'étude. Nous avons examiné tout d'abord l'action des ions tels que H^+, OH^-, K^+, Cl^-, Ca^{++}, Ce^{+++}, SO^{4--} et PO^{4---} en concentrations allant de 0,00025M à 0,3M, puis, les effets d'addition des substances à tension superficielle basse, telles que le glycocholate de Na, la saponine, le valérianate de NH^4, la lécithine et le benzoate de Na.

Cette étude a été effectuée dans les conditions expérimentales suivantes : on prépare tout d'abord une série de solutions aqueuses de chacune des substances énumérées, dont les concentrations ont été rendues isoioniques (ayant la même conductibilité ou le même pH^+) ou isocapillaires (ayant la même tension superficielle) par rapport au sérum humain ; on additionne, d'une part, le sérum et, d'autre part, cette solution isoionique ou isocapillaire de mêmes doses de la substance étudiée.

Étant donné le grand nombre de mesures à exécuter, parmi les méthodes employées certaines ont été simplifiées : le pH^+ a été mesuré par la méthode colorimétrique, contrôlée par la méthode potentiométrique, la concentration ionique globale par la conductibilité électrique et la tension superficielle, par la méthode des gouttes.

Voici les résultats obtenus de ces recherches, concernant le pouvoir-tampon du sérum humain contre les ions autres que les ions H^+ et OH^- et contre toute modification de sa tension superficielle (Tableaux I et II) :

Tableau I. — *Pouvoir-tampon du sérum humain pour les ions* K^+, Ca^{++}, Cl^- *et* SO^{4--} *à* 20° C.

Concentrations finales.	KCl. Solution isoionique.	Sérum.	Ca Cl². Solution isoionique.	Sérum.	K² SO⁴. Solution isoionique.	Sérum.
mol 0 ...	118,0.10⁻⁴	118,0.10⁻⁴	118,0.10⁻⁴	118,0.10⁻⁴	118,0.10⁻⁴	118,0.10⁻⁴
0,3 ...	603,7	439,3	–	–	–	–
0,2 ...	428,9	329,5	–	–	–	–
0,1 ...	273,8	229,0	358,2	281,0	–	–
0,075 ...	–	204,2	296,3	243,7	–	–
0,05 ...	186,3	171,9	231,2	200,0	200,0	192,1
0,025 ...	–	143,1	172,5	153,3	154,4	147,9
0,010 ...	128,3	127,5	134,7	126,4	126,5	123,2
0,0075 ...	–	125,0	130,4	123,5	122,5	117,5
0,0050 ...	121,6	123,4	121,6	118,1	112,1	108,8
0,0025 ...	–	120,3	119,4	114,3	109,1	106,4
0,0010 ...	116,8	117,0	115,2	110,2	105,8	105,5

TABLEAU II. — *Pouvoir-tampon du sérum humain pour les substances capillaires à 23° C.* (Glycocholate de Na).

Concentrations finales pour 100.	Tension superficielle en dynes/cm. Solution isocapillaire.	Sérum.
mol 0	68,0	68,0
0,0005	63,6	68,3
0,0010	62,6	68,0
0,0015	58,5	67,2
0,0020	56,3	66,3
0,0025	55,9	65,7
0,0030	53,7	64,7
0,0035	52,8	64,4
0,0040	51,5	63,6
0,0045	50,8	62,1
0,0050	50,3	61,4
0,0100	49,7	49,4

De ces expériences nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Le sérum humain peut être additionné soit d'un acide, soit d'une base en concentration environ M/2000, sans que sa concentration en ions H^+ ou OH^- soit modifiée;

2° Ce pouvoir-tampon s'exerce également contre d'autres ions; voici les concentrations finales que l'on peut introduire dans le sérum sans modifier sa conductibilité électrique :

KCl	M/100	K^2SO^4	M/1000
$CaCl^2$	M/200	K^3PO^4	M/200
$CeCl^3$	M/400		

Si nous calculons le pouvoir-tampon du sérum, en comparant les écarts entre les chiffres, obtenus par addition de mêmes doses, d'une part, à une solution isoionique et, d'autre part, au sérum humain, nous obtenons les valeurs suivantes pour la concentration finale 0,5 M :

	Écart en pour 100.		Écart en pour 100.
KCl	8,4	K^3PO^4	5,5
K^2SO^4	3,9	$CaCl^2$	13,5

Nous pouvons donc tirer la conclusion que les cations sont tamponnés plus énergiquement que les anions.

3° Le sérum s'oppose à toute variation notable de sa tension superficielle; voici les concentrations finales que l'on peut introduire dans le sérum sans modifier sa tension superficielle :

	Concentration pour 10000.		Concentration pour 10000.
Lecithine	0,5	Benzoate de Na	3,0
Glycocholate de Na	1,0	Saponine	5,0
Valérianate de NH^4	3,0		

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la phylloérythrine.* Note de M. L. **Marchlewski**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

J'ai décrit [1] autrefois une substance que j'ai isolée des matières fécales d'animaux herbivores et que j'ai appelée phylloérythrine. A en juger par la façon dont elle se comporte envers les rayons lumineux, cette substance doit être identique à la choléhématine que Mac Munn [2] a isolé de la bile. En étudiant la bile d'un mouton muni d'une fistule biliaire, j'ai pu me rendre compte que le pigment en question ne fait son apparition dans la bile que lorsque le fourrage dont se nourrit l'animal contient de la chlorophylle. Je pouvais donc conclure que la phylloérythrine était un produit de métabolisme de la chlorophylle.

J'ai pu fournir la preuve en continuant mes recherches que la bilipurpurine de Löbisch [3] était identique à la phylloérythrine.

La composition chimique de la phylloérythrine n'était pas connue, quoique d'autres auteurs eussent analysé la bilipurpurine et discuté sa formule. Quant à moi, je dus m'abstenir de me prononcer car je ne disposais pas d'une quantité suffisante de substance pour entreprendre des recherches approfondies.

J'avais acquis cependant la certitude que la phylloérythrine, et par conséquent aussi la bilipurpurine, contiennent du chlore lorsqu'on se sert de chloroforme pour les cristalliser.

J'ai perfectionné, depuis, les méthodes d'extraction de la phylloérythrine que je tire des matières fécales de vaches se nourrissant de plantes vertes, et j'en ai préparé une quantité suffisante pour en déterminer la composition élémentaire.

Si l'on parvient à isoler le pigment que contiennent les matières fécales, c'est qu'à l'état impur, et peut-être à l'état de chromogène, il est soluble dans le chloroforme. Après avoir évaporé l'extrait, il reste un résidu visqueux qui se dissout presque complètement lorsqu'il est traité encore une

(1) *Bull. intern. Acad. des Sc. de Cracovie*, 1903, p. 638; 1904, p. 276, 505.
(2) *Loc. cit.*, 1905, p. 743.
(3) *Sitz. Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien*, **112**, 1903, p. 159.

fois par du chloroforme bouillant, de sorte que l'on obtient des cristaux violets de phylloérythrine. Une fois lavés avec du chloroforme, on les recristallise dans du chloroforme bouillant, ce qu'on réalise le plus avantageusement dans un extracteur de Soxhlet, pour économiser le dissolvant. Les cristaux ainsi obtenus sont cristallisés encore une fois de la même façon. Ils contiennent du chloroforme de cristallisation qui est si fortement lié à la molécule de pigment, qu'on ne peut pas l'en détacher en chauffant les cristaux à 100° dans le vide. Ils contiennent aussi une petite quantité de substances minérales.

Il résulte de ce qui précède que les cristaux étudiés contiennent de fortes quantités de chlore [1]. Cet élément n'est pas un composant fixe de la molécule de pigment, car il est possible d'obtenir une préparation qui n'en contienne pas. Pour cela, on dissout la phylloérythrine à base de chloroforme dans la pyridine à chaud, puis on verse cette solution rouge cerise dans une quantité dix fois supérieure d'alcool bouillant. Le pigment ne tarde pas à apparaître sous la forme de cristaux brillants, auxquels on applique encore deux fois le même procédé, après quoi on lave la préparation ainsi obtenue soigneusement avec de l'alcool, pour en écarter la pyridine. Ces cristaux séchés à une température de 110° atteignent très rapidement un poids fixe. Nous avons analysé plusieurs préparations et nous avons obtenu des valeurs moyennes s'accordant bien avec la formule : $C^{33}H^{34}N^{4}O^{3}$ de la phylloérythrine pure.

	Valeurs pour 100.	
	Trouvées.	Calculées
C	73,52	74,15
H	4,49	4,36
N	10,45	10,49

La formule en question rend fort bien compte des résultats de l'analyse de la phylloérythrine à base de chloroforme. En effet la formule $(C^{33}H^{34}N^{4}O^{3})^{2}CHCl^{3}$ réclame 67,70 pour 100 de C; 5,81 pour 100 de H, 9,40 pour 100 de N et 9,57 pour 100 de Cl, tandis qu'on a trouvé 67,15 pour 100 de C, 5,71 pour 100 de H, 8,82 pour 100 de N et 8,87 pour 100 de Cl.

Le fait mérite de retenir l'attention que la formule ci-dessus rappelle beaucoup celle que j'ai réussi à calculer pour la phylloporphyrine $C^{32}H^{36}N^{4}O^{2}$.

Les deux espèces de phylloérythrine cristallisent d'une façon analogue; cependant, on peut noter certaines différences. J'ai décrit auparavant les

---

[1] Trouvé : Cl 8,80 pour 100 et 8,94 pour 100.

propriétés spectrales de la phylloérythrine et je m'occupe à présent de leur détermination quantitative. Ces propriétés ont permis à M. Noack ([1]) de tirer la conclusion très intéressante que la phylloérythrine se rapproche beaucoup de la protochlorophylle de Monteverde et Lubimenko.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels neutres sur la séparation des protéines par la méthode à l'acétone.* Note de M. **Maurice Piettre**, transmise par M. Achard.

Nous avons dit antérieurement ([2]) que la séparations des protéines du sérum sanguin par la méthode à l'acétone repose essentiellement sur la *déminéralisation* du liquide aqueux dans lequel ces protéines sont dispersées, en grande partie grâce à la présence de sels minéraux. La précipitation à froid des protéines totales par l'acétone à $2^{vol},5$, a en effet pour résultat de les débarrasser d'un seul coup, de la presque totalité de NaCl et d'un tiers environ du carbonate alcalin. Une dernière précipitation par un seul volume d'acétone cette fois, accentue encore légèrement cette déminéralisation.

Il nous restait à étudier l'influence des sels neutres ajoutés au sérum ou au plasma avant de soumettre ces liquides à la méthode à l'acétone.

I. Le rôle des sels neutres (SO^4Mg, SO^4Na^2, SO^4Am^2, NaCl, etc.) employés à des *doses massives* pour la séparation des protéines est bien connu puisqu'il a conduit à la méthode aux sels due à Hofmeister, Starke, Michailoff, Kauder, etc.

A côté de très précieux avantages apportés par cette méthode, se sont révélés dans la pratique des inconvénients dont le plus important, au point de vue analytique, se refère à la nécessité de fractionner les précipitations pour aboutir à l'isolement d'espèces chimiques pures.

Nous avons pu nous en rendre compte, en étudiant les précipités de pseudoglobuline obtenus par addition de solution de SO^4Am^2 au trois quarts saturée, à des sérums thérapeutiques dont on se proposait d'élever le titre antitoxique.

Ces précipités longuement dialysés étaient traités par la méthode à l'acétone.

Nous avons alors constaté que la pseudoglobuline ne représentait pas

---

([1]) *Zeits. f. physiol. Chemie*, **182**, 1929, p. 13.

([2]) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, **170**, p. 1466 et **171**, 1920, p. 371.

une entité chimique mais se trouvait être un mélange des protéines sériques : globuline, myxoprotéine albumine.

II. Nos recherches actuelles ont porté sur l'influence des sels neutres utilisés à *faible concentration*, et nous avons choisi le $SO^4Mg.7aq.$ à la dose de 21^g par litre de plasma sanguin, rendu ainsi incoagulable suivant la technique du regretté Gessard.

Sur ce plasma de cheval, rendu parfaitement limpide par centrifugation, nous avons appliqué la méthode à l'acétone soit directement, soit après dialyse de SO^4Mg.

α. Le traitement *direct*, par précipitations successives, d'abord avec 2,5 puis 1 volume d'acétone, nous a conduit à un mélange comprenant à la fois le fibrinogène et les protéines du groupe globuline. Seule a pu être isolée la sérumalbumine, mais après sept purifications acétoniques et sans avoir éliminé les dernières traces de MgO dans les cendres. Le fibrinogène n'a été retrouvé que par un artifice expérimental.

β. L'élimination complète, par dialyse, du $SO^4Mg.7aq.$ ajouté, et en même temps du NaCl existant, nous a ramené au cas typique du traitement du sérum.

Deux échantillons de 25 et 50^{cm^3} de plasma ont été mis en œuvre, le départ de SO^4Mg a été suivi par le dosage de SO^4Ba.

	I. 25^{cm^3} plasma contenant 0,525 de $SO^4Mg.7aq.$ (SO^4Ba dosé).	II. 50^{cm^3} plasma à 1,05 de $SO^4Mg.7aq.$ (SO^4Ba dosé).
Après 24 heures	0,2754	»
» 48 heures	0,,864	0,6115
» 72 heures	0,1115	0,3645
» 96 heures	0,0165	0,0150

Pendant la dialyse, faite en chambre froide à + 2°, la fibrine est apparue très faiblement après 24 heures, pour devenir presque complète après 72 heures.

Le liquide contenu dans les dialyseurs, augmenté de 1 et de 3^{cm^3}, est centrifugé pour isoler la fibrine : 0^g1175 (soit 0,47 pour 100 de plasma) et 0,2268 (soit 0,453 pour 100). Appliquée comme d'habitude, la technique à l'acétone a permis de réparer, globuline, « myxoprotéine », albumine.

Deux particularités cependant méritent d'être signalées brièvement. Tandis que le plasma est aisément et complètement précipité, floculé à froid par $1^{vol},5$ d'acétone, le plasma dialysé ou sérum forme avec l'acétone

un *sol* protéinique qui, pour être précipité, exige environ 4 volumes d'acétone et un contact prolongé. En outre, la « myxoprotéine », dans ce milieu totalement déchloruré, précipite en gros flocons s'agglomérant en une masse moins visqueuse que normalement; cependant par addition de NaCl à 9 pour 1000, cette masse redevient visqueuse, translucide, se gonfle puis se disperse lentement.

Conclusion. — Au point de vue chimique, l'influence des sels est très importante dans la séparation des protéines par la méthode à l'acétone. De faibles quantités de sels neutres suffisent à empêcher, ou à rendre très pénible, l'isolement des protéines du groupe globuline.

Au point de vue physico-chimique, cette influence est sans doute plus grande encore. D'une part, après leur isolement, les protéines, sauf la sérum-albumine directement soluble dans l'eau pure, exigent d'être remises dans leurs ions (sérum globuline en alcalis, myxoprotéine en sels neutres) pour pouvoir être de nouveau dispersées plus ou moins complètement d'ailleurs. D'autre part, puisqu'il a été établi, par l'étude de l'ionisation des acides et des bases en présence de la sérum-albumine ([1]) notamment, que les protéines sériques ne donnent pas lieu à la formation d'ions comme le pensait J. Lœb (leurs molécules étant par conséquent dépourvues de charge électrique propre), les phénomènes d'émulsion, de suspension, de floculation, ou de gel, de gonflement, de dispersion, doivent être expliqués par l'*activité électrique des électrolytes adsorbés par ces matières qui, sans eux, resteraient inertes.*

MÉDECINE. — *Causes et conséquences de la surdité de Beethoven.* Note de M. **Marage**, transmise par M. d'Arsonval.

Dans deux Notes parues aux *Comptes rendus* ([2]) les 9 et 23 janvier 1928, j'ai déterminé la nature de la surdité de Beethoven.

A cette époque M. Romain Rolland corrigeait les épreuves du premier des quatre volumes qu'il devait consacrer aux œuvres de Beethoven; mes deux Notes lui ouvrirent des horizons nouveaux ([2]). Il s'ensuivit entre nous une longue correspondance après laquelle le musicologue et le physiologiste

---

([1]) Maurice Piettre, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1657; 188, 1929, p. 463.
([2]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 110 et 266.

tombèrent d'accord sur la nature et l'origine probable de cette surdité (¹).

Cette question est traitée avec le plus grand détail dans le premier volume (²).

Voici ce qu'écrit M. Romain Rolland (²) :

Le procès-verbal d'autopsie, et les confidences, soit orales, soit écrites de Beethoven à quelques amis, sont les seules bases solides sur lesquelles puisse être bâtie une explication de la mystérieuse maladie. Bien des médecins et des musicologues s'y sont essayés... et cependant la lumière n'a pas été faite.... J'ai trouvé (dans les deux Notes de M. Marage) une confirmation par la science médicale, des résultats auxquels j'étais arrivé, de mon côté, par l'intuition psychologique, et l'analyse des phénomènes musicaux.

Je vais aujourd'hui :

1° Comparer mon diagnostic (otite interne) avec celui des autres médecins (otosclérose);

2° Chercher la cause probable de cette affection.

1° Diagnostic différentiel. — *a. Otosclérose.* — Le seul passage de l'autopsie (³) qui puisse se rapporter à l'otosclérose est le suivant :

« Le conduit auditif externe contenait des pellicules épidermiques brillantes, notamment dans la région du tympan, qui en était rendu invisible. »

Les bourdonnements dont se plaignait Beethoven ne sont pas ceux que l'on entend dans l'otosclérose.

Les médecins spécialistes n'ont pas ou ne se servent pas d'appareils précis pour mesurer l'acuité auditive : pour arriver à un diagnostic exact il fallait des instruments, et c'est ce qui m'a permis d'établir le genre de surdité de Beethoven en m'appuyant sur les renseignements fournis par lui et sur de nombreuses observations de cas analogues que je possédais.

On a dit que l'otite scléreuse ne débutait pas toujours par la perte des sons graves; ceci est vrai, lorsque avec l'otosclérose, il y a de la labyrinthite concomitante; mais ce sont alors deux maladies différentes dont les effets se superposent.

b. Otite interne. — En faveur de ce diagnostic, nous trouvons (⁴) tous les

(¹) Beethoven, *Les grandes époques créatrices*, p. 287-313.

(²) *Loc cit.*, p. 288-289.

(³) Procès-verbal d'autopsie de Beethoven par le Dr Joh. Wagner, traduction du Dr Émile Wennagel, de la Faculté de Strasbourg.

(⁴) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 110.

écrits de Beethoven et de ses amis sur ses bourdonnements, le genre de courbe de sa surdité et les passages suivants de l'autopsie :

« ... On pouvait constater la même hyperémie dans toute la substance du rocher traversé de vaisseaux sanguins importants : et cela notamment dans la région du limaçon dont la lame spirale membraneuse apparaissait légèrement rouge.

» Les nerfs faciaux étaient d'épaisseur considérable ; les acoustiques, au contraire, atrophiés et privés de myéline. Les artères acoustiques qui les accompagnent étaient distendues au point de dépasser le calibre d'un tuyau de plume de corbeau ; elles étaient (de consistance) cartilagineuses. Le nerf acoustique gauche, beaucoup plus mince que le droit, avait pour origine trois filets très minces grisâtres, venant du quatrième ventricule ; le nerf droit, une seule racine plus forte, d'un blanc clair. Leur zone d'origine, dans le quatrième ventricule du cerveau, était marquée par du tissu cérébral beaucoup plus ferme et plus hyperémié qu'alentour.... »

2° Cause probable de l'otite interne. — Un surmenage intensif des centres auditifs, qui finit par détruire un organe d'une sensibilité exquise.

Comme le dit fort bien M. Romain Rolland (1), c'est une véritable concentration yogiste à laquelle s'est soumis Beethoven ; on en sait les dangers, et ce genre de concentration conduit parfois à l'apoplexie cérébrale ou à l'aliénation mentale.

« La conclusion à laquelle on se trouverait en ce cas amené, par la force des faits, serait celle-ci, bien autrement tragique que tout ce que cette glorieuse infortune a inspiré à l'imagination et à la pitié ; la cause de cette infortune était Beethoven même : c'est son destin, c'est lui, comme un Œdipe, qui fit la catastrophe. Elle était dès le début, inscrite dans sa nature, comme une loi de son génie (2). »

Conclusion. — Les malades atteints de labyrinthite et de lésions des nerfs et des centres auditifs entendent par poussées des vibrations de toutes sortes, chants, musiques et bruits qui leur rendent la vie odieuse.

« Mais il n'est donné qu'à Beethoven de mettre en marche sur ces rythmes, les peuples de ses symphonies. Et c'est là le génie. Du chaos il a fait un monde (3). »

---

(1) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 266.
(2) Romain Rolland, *loc. cit.*, p. 304.
(3) Romain Rolland, *loc. cit.*, p. 309.

MÉDECINE. — *Mécanisme d'action du bistouri électrique à haute fréquence (effets thermiques et mécaniques des courants de haute fréquence sur les tissus).* Note de MM. **Ch. Champy** et **M. Heitz-Boyer**, transmise par M. d'Arsonval.

Employés dans un but destructif, c'est-à-dire avec une électrode effilée en forme de bistouri ou de pointe, les courants à haute fréquence produisent sur les éléments des tissus : 1° des effets *thermiques* de coagulation, déjà connus; 2° des effets *mécaniques* mal précisés, effet de *disruption* localisé au contact de l'électrode, effet d'*élongation* avec attrition des cellules s'étendant à distance : ce dernier effet paraît avoir jusqu'ici passé inaperçu.

Nous voudrions dans cette Note montrer la part respective qui, dans l'acte de sectionnement obtenu par le bistouri à haute fréquence, revient aux effets thermiques et mécaniques ainsi distingués.

Une bonne section chirurgicale des tissus par le bistouri à haute fréquence est déterminée essentiellement par des effets de disruption, accessoirement par une destruction thermique; les actions d'allongement ne jouent qu'un rôle secondaire.

L'importance respective de ces différents facteurs varie avec la nature du courant à haute fréquence employé, et il en résultera des modifications profondes dans la coupe obtenue.

Avec les ondes amorties utilisées en intensité forte, en diathermo-coagulation, les effets de coagulation thermique prédominent, masquant les phénomènes de disruption, dépassant même de beaucoup la zone où sont observés les effets d'élongation cellulaire, c'est-à-dire où se produisent à distance des effets mécaniques encore appréciables ([1]); ils atteignent une intensité telle qu'ils gênent la progression de l'électrode sectionnante, allant jusqu'à l'arrêter bloquée dans une zone de carbonisation adhérente et isolante. D'autre part, tout autour de l'électrode, les tissus sont coagulés et nécrosés sur une très grande étendue. Ce mode de destruction, son intensité sont dus aux quantités considérables, quoique intermittentes, d'énergie qui passent au moment des pointes de tension caractéristiques des ondes amorties : la somme d'énergie ainsi développée cause une coagulation intense.

([1]) Au contraire, avec ces mêmes courants utilisés en intensité faible et en tension forte, la zone d'élongation tend à dépasser celle de coagulation, et les effets mécaniques deviennent presque purs d'effets thermiques.

tandis que le caractère discontinu des trains d'ondes séparés par des longs silences atténuent les effets mécaniques. Ces constatations expliquent que *le bistouri à haute fréquence diathermique coupe mal, tout en détruisant beaucoup.*

Avec les *ondes entretenues*, les effets de coagulation thermique demeurent infimes, réduits à une mince couche microscopique à condition de ne pas laisser volontairement l'électrode agir longtemps au même point, ce qui est inutile vu la rapidité de la section ainsi obtenue. En revanche, les effets mécaniques de disruption sont intenses et rapides, tout en restant rigoureusement limités; du fait de la nécrose minime ainsi produite la coupe obtenue est strictement linéaire, condition nécessaire pour une section vraiment chirurgicale réclamant une réunion par première intention. Ces effets sont en rapport avec la continuité et la constance, d'énergie moyenne développée par ce mode de courant, et l'absence de silences prolongés. *Le bistouri à haute fréquence non diathermique coupe bien et détruit au minimum.*

Quant aux phénomènes d'*élongation* cellulaire, ils ne jouent guère de rôle dans la section; sans inconvénient pour obtenir une réunion par première intention, ils interviennent pour provoquer en partie une hémostase secondaire dont nous analyserons le mécanisme ultérieurement. Cette zone d'élongation cellulaire s'étend moins loin avec les ondes entretenues qu'avec les ondes amorties, car il semble que le maximum de cet effet d'allongement ait lieu au moment des pointes de tension très élevées que comporte seule la seconde modalité de courant.

En résumé, le bistouri à haute fréquence est réalisé au mieux pour sectionner avec les ondes entretenues, qui coupent les tissus grâce à des phénomènes mécaniques de disruption tissulaire, avec un minimum d'intervention des phénomènes thermiques. En revanche, ces ondes coagulant peu, le bistouri électrique réalisé avec elles est moins hémostatique immédiatement que celui réalisé par les ondes amorties [1].

A $16^h 05^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

---

[1] Étant sous-entendu « les ondes amorties de forte intensité », les seules capables de sectionner.

COMITÉ SECRET.

La section de Chimie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Ch. Moureu* :

En première ligne . . . . M. **Marcel Delépine**.
En seconde ligne . . . . M. **Edmond Blaise**.
En troisième ligne, ex æquo par ordre alphabétique . . . . MM. **Paul Lebeau**, **Robert Lespieau**, **Marc Tiffeneau**, **André Wahl**.

La discussion des titres de ces candidats est commencée.
Elle sera continuée à une date ultérieure.

La séance est levée à $17^{h}30^{m}$.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1928 (*suite*).

Russie.

KHARKOW. — *Journal chimique de l'Ukraine.*

KIEFF. — Académie des sciences de l'Ukraine : *Mémoires de la classe des sciences physiques et mathématiques.*

— Forschungskatheder für Chemie : *Nachrichten.*

— *Scientific magazine-works of the Explorating chair of the history of European cultures.*

KRASNODAR. — *Scientific Research.*

LENINGRAD. — Académie des sciences : *Priroda*, P 479[1] ; *Bulletin*, B 2485 ; *Publications du Musée d'anthropologie et d'ethnographie Pierre-le-Grand*, P 841 ; *Comptes rendus*, C 628 ; *Mémoires*, C 667 ; *Travaux de la section géographique.*

— Comité géologique : *Rapport annuel sur les ressources minérales et les matériaux de l'U. R. S. S.*

— Institut de recherches géophysiques : *Bulletin géophysique*, B 2177[2].

— Institut physico-mathématique V. Steklov de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. *Bulletin mensuel*, B 1023.

— Société russe de minéralogie : *Mémoires.*

— *Archives des sciences biologiques*, A 2157.

— *Journal de géophysique et de météorologie.*

— *Meteorological Review*, M 781[2].

MOSCOU. — Biologischen station zu Kossino : *Arbeiten*, A 1972[1].

— Institut des ingénieurs du transport : *Œuvres.*

— Institut d'État de médecine vétérinaire expérimentale : *Œuvres.*

— Laboratory of experimental biology of the Zoopark : *Transactions.*

— Section pour l'étude des maladies des porcs, de l'Institut expérimental vétérinaire : *Œuvres.*

— Société des amis des sciences naturelles d'anthropologie et d'ethnographie : *Mémoires de la section zoologique*, M 4707.

— Société mathématique : *Recueil mathématique*, R 255.

— *Journal of chemical industry*, J 727 *bis*[1].

— *Revue zoologique russe.*

ODESSA. — Observatoire géophysique : *Bulletin.*

PERM. — Institut des recherches biologiques et de la station biologique de l'Université *Bulletin.*

Svierdlovsk. — Institut polytechnique de l'Oural : *Annales.*
Tiflis. — Geophysikalisches observatorium georgiens : *Seismiche Abteilung.*
Vladicaucase. — Station biologique du Caucase du Nord : *Travaux.*

Suède.

Göteborg. — *Kunglika vetenskaps och vitterhets samhälles Handlingar*, G 374.
Stockholm. — K. Svenska vetenskaps Akademiens : *Arkiv for astronomi, botanik, fysik*, B 331 ; *Årsbock*, K 67 ; *Handlingar*, S 775 ; *Skrifter i naturskydd-sarenden.*
— Observatorium : *Astronomiska iakttagelser och undersokningar*, A 2490.
— Sverige officiella statistik : *Social statistik*, S 777.
— Vetenskapsakademiens Nobel Institut : *Meddelanden*, M 168.
— *Acta mathematica*, A 126.
— *Archives des traditions populaires suédoises.*
— *Ekonomisk tidskrift*, E 151 *bis.*
— *Kunglika Sjoekarteverket Jordmagnetiska publikationer*, K 66[1].
— *Sveriges geologiska undersökning*, S 776.
Uppsala. — Societatis scientiarum upsaliensis : *Nova acta*, A 125.
— Université : *Bulletin mensuel des observations météorologiques*, B 2318.
— Statens meteorologisk hydrografiska anstalt : *Arsbok ; Meddelanden*, M 174.
— *Observations météorologiques à Abisko*, A 67.

Suisse.

Bâle. — Société helvétique des sciences naturelles : *Publications de la commission géologique et de la commission géotechnique.*
— *Catalogue des écrits académiques suisses*, C 97.
— *Helvetica chimica acta*, H 52.
Berne. — Bibliothèque nationale suisse : *Catalogue ; Rapport.*
— *Beitrage zur geologischen Karte der Schweiz*, B 55.
Genève. — Observatoire : *Publications*, O 29.
— Société astronomique Flammarion : *Bulletin*, B 1171[1].
— Société de physique et d'histoire naturelle : *Comptes rendus des séances*, C 665 ; *Mémoires*, M 511.
— *Archives des sciences physiques et naturelles*, B 313.
— *Observations météorologiques faites aux fortifications Saint-Maurice*, O 74.
Lausanne. — Société vaudoise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1862 ; *Mémoires*, M 558[1].
— *Suisse (La) industrielle et commerciale.*
Neuchatel. — Commission géodésique suisse : *Procès-verbal de la séance*, P 638.
Zurich. — Société helvétique des sciences naturelles : *Mémoires*, N 109.

Tchécoslovaquie.

Brno. — École des hautes études vétérinaires : *Publications biologiques.*
— École supérieure d'agronomie : *Bulletin*, B 990[7].
— Faculté de médecine : *Publications.*
— Université Masaryk : *Publications de la Faculté des sciences*, S 558.
Praze. — Académie tchèque des sciences : *Bulletin international*, B 2197.
— Observatoire astronomique : *Publications.*
— Office statistique : *Cenove zprawy*, C 127'; *Zprawy.*
— *Casopis ceskolovenske spolecnosti entomologicke*, C 85.
— *Casopis pro pestovani matematiky a fysiky*, C 89.
— *Hevezdarska Rocenka*, H 142.
— *Rosprawy ceske Akademia ved a umeni.*
— *Slavia.*

Turquie.

Stamboul. — *Revue technique du monopole des tabacs.*

Yougoslavie.

Belgrad (Belgrade). — Institut seismologique universitaire : *Publications.*
Sarajevo. — Union géodésique : *Bulletin sismique.*
Zagreb. — Académie des sciences et des arts : *Djela*, D 230; *Ljetopis*, L 128; *Rad*, R 6.

ASIE.

Chine.

Chang-Hai. — Observatoire de Zô-Sé : *Annales*, A 881.
Harbin. — Central Library of the Chinese Eastern railway : *Bibliographical Bulletin.*
Hong Kong. — Royal Observatory : *Report of the Director*, R 460.
— *Meteorological Observations.*
— *Monthly Meteorological Bulletin*, 1254[1].
Peiping (Peking.) — Geological Survey of China : *Bulletin*, B 2366 *bis*; *Catalogue of the Library; Memoirs*, M 617; *Paleontologia sinica*, P 16 *bis; Special report.*
— Metropolitan Library : *Bulletin*; *Catalogue of Chinese Government Publications.*

(*A suivre.*)